BAN BIÊN TẬP TẠP CHÍ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN

STT	Họ và tên	Đơn vị	Nhiệm vụ
I	**Thành viên trong nước**		
1	Chế Minh Tùng	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Tổng biên tập
2	Nguyễn Đình Phú	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM University of California, Irvine, Mỹ	Biên tập viên
3	Lê Đình Đôn	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
4	Lê Quốc Tuấn	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
5	Nguyễn Bạch Đằng	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
6	Nguyễn Huy Bích	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
7	Phan Tại Huân	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
8	Nguyễn Phú Hòa	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
9	Võ Thị Trà An	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
10	Tăng Thị Kim Hồng	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Biên tập viên
II	**Thành viên nước ngoài**		
11	Tô Phúc Tường	Nguyên chuyên gia IRRI, Việt Nam	Biên tập viên
12	Peeyush Soni	Asian Institute of Technology, Thái Lan	Biên tập viên
13	Ta-Te Lin	National Taiwan University, Đài Loan	Biên tập viên
14	Glenn M. Young	University of California, Davis, Mỹ	Biên tập viên
15	Soroosh Sorooshian	University of California, Irvine, Mỹ	Biên tập viên
16	Katleen Raes	Ghent University, Bỉ	Biên tập viên
17	Vanessa Louzier	Lyon University, Pháp	Biên tập viên
18	Wayne L. Bryden	The University of Queensland, Úc	Biên tập viên
19	Jitender Singh	Sardar Vallabhbhai Patel University of Agriculture and Technology, Ấn Độ	Biên tập viên
20	Kevin Fitzsimmons	University of Arizona, Mỹ	Biên tập viên
21	Cyril Marchand	University of New-Caledonia, Pháp	Biên tập viên
22	Koichiro Shiomori	University of Miyazaki, Nhật Bản	Biên tập viên
23	Kazunari Tsuji	Saga University, Nhật Bản	Biên tập viên
24	Sreeramanan Subramaniam	Universiti Sains Malaysia, Malaysia	Biên tập viên
25	Thomas L. Rost	University of California, Davis, Mỹ	Biên tập viên
26	James E. Hill	University of California, Davis, Mỹ	Biên tập viên

BAN THƯ KÝ TẠP CHÍ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN

STT	Họ và tên	Đơn vị	Nhiệm vụ
1	Nguyễn Thị Thương	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Trưởng ban thư ký
2	Trương Quang Bình	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Trưởng ban trị sự
3	Hoàng Minh Phượng	Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM	Thành viên

Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển
Giấy phép xuất bản:
567/GP-BVHTT-24/12/2002
175/GP-BTTTT-20/04/2018

Tòa soạn:
Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM
Khu phố 33, Phường Linh Xuân, TP.HCM
Điện thoại: (028)37245670
Email: jad@hcmuaf.edu.vn

Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển
Tập 25 - Số 5 (2026)
pISSN 2615-9503
eISSN 2615-949X

MỤC LỤC (CONTENT)

Nông học, Lâm nghiệp (Agronomy and Forestry Sciences)

1 Evaluation of the growth, yield, and quality of five Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) varieties grown on coconut coir substrate under net house conditions

Hieu T. M. Duong, Linh T. M. Pham, Tham T. H. Nguyen, Di B. Huynh, Anh T. P. Nguyen, Uot T. C. Phan, Thuy T. B. Vo, & Nhi N. Phan

Đánh giá sinh trưởng, năng suất và chất lượng của năm giống cải Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) trồng trên giá thể xơ dừa trong nhà màng

Dương Thị Minh Hiếu, Phạm Thị Mỹ Linh, Nguyễn Thị Hồng Thắm, Huỳnh Bá Di, Nguyễn Thái Phương Anh, Phan Thị Cẩm Ướt, Võ Thị Bích Thủy & Phan Ngọc Nhí

10 The forest structure and diversity of woody species in poor evergreen broadleaf natural forests located in Ninh Dien, Hoa Hoi, and Phuoc Vinh Communes of Tay Ninh province

Canh M. Nguyen, Van T. M. Nguyen, Dung A. Pham, Hai T. M. Nguyen, Vu T. Cong, & Khoi M. Ka

Cấu trúc rừng và đa dạng loài cây gỗ ở rừng tự nhiên lá rộng thường xanh nghèo tại xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh, tỉnh Tây Ninh

Nguyễn Minh Cảnh, Nguyễn Thị Mỹ Vân, Phạm Anh Dũng, Nguyễn Thị Minh Hải, Công Trường Vũ & Ka Minh Khôi

32 Effects of organic homogenates on shoot induction and the potential replacement of agar with inorganic substrates during *in vitro* rooting of Son La chrysanthemum (*Chrysanthemum* sp.)

Kiet C. Nguyen, Truc T. T. Le, Thien N. T. Le, Mi K. T. Cao, Huy C. Lam, Trang T. Le, Tram T. T. Ngo, & Hoang V. Vo

Ảnh hưởng của dịch nghiền hữu cơ đến cảm ứng tạo chồi và khả năng thay thế agar bằng một số vật liệu vô cơ ở giai đoạn tạo rễ của cây cúc cổ Sơn La (*Chrysanthemum* sp.)

Nguyễn Cao Kiệt, Lê Thị Thanh Trúc, Lê Thị Ngọc Thiện, Cao Thị Kiều Mi, Lâm Cao Huy, Lê Thùy Trang, Ngô Thị Thùy Trâm & Võ Văn Hoàng

Chăn nuôi, Thú y, Thủy sản (Animal Sciences, Veterinary Medicine and Aquaculture)

43 Some characteristics of the growth and reproductive biology of *Betta* sp. in Duc Hue district, Long An province

Luong T. Le, Nhan T. Dinh, Tin V. Bui, Thang T. Le, Tuan V. Duong, & Dung V. Nguyen

Một số đặc điểm sinh trưởng và sinh học sinh sản của cá lia thia đồng (*Betta* sp.) ở huyện Đức Huệ, tỉnh Long An

Lê Thế Lương, Đinh Thế Nhân, Bùi Văn Tín, Lê Thế Thắng, Dương Văn Tuấn & Nguyễn Văn Dũng

56 Assessment of growth, survival, and disease resistance at 60 days of age in fast-growing and bacillary necrosis of pangasius (BNP)-resistant selectively bred striped catfish strains

Nga T. N. Ha, Duy H. Nguyen, Lien T. B. Huynh, Phuc H. Tran, & Yen T. Duong

Đánh giá sinh trưởng, tỉ lệ sống và khả năng kháng bệnh giai đoạn 60 ngày tuổi của dòng cá tra chọn lọc tăng trưởng nhanh và kháng bệnh gan thận mủ

Hà Thị Ngọc Nga, Nguyễn Huỳnh Duy, Huỳnh Thị Bích Liên, Trần Hữu Phúc & Dương Thúy Yên

69 Effects of alkaline-treated rice straw in bovine diets on *in vitro* methane production

Tien Q. Nguyen, Phuong T. B. Le, Khang N. Duong, & Hai T. Nguyen

Ảnh hưởng của rơm lúa được xử lý kiềm trong khẩu phần của bò lên sự sản sinh khí methane trong ống nghiệm

Nguyễn Quốc Tiến, Lê Thụy Bình Phương, Dương Nguyên Khang & Nguyễn Thanh Hải

78 Effects of dietary supplementation with antibiotics and herbs on the growth performance of Anh Dao ducks

Phung T. K. Bui, Tran P. U. Cao, Chi T. D. Tran, Tai T. Le, & Tung M. Che

Ảnh hưởng của việc bổ sung kháng sinh và thảo dược vào thức ăn đến khả năng sinh trưởng của vịt Anh Đào

Bùi Thị Kim Phụng, Cao Phước Uyên Trân, Trần Thị Diễm Chi, Lê Thành Tài & Chế Minh Tùng

89 Genetic parameters for growth and survival traits of Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) in tropical monsoon conditions at Long Son, Vung Tau

Luan T. Nguyen, Anh M. T. Nguyen, Suong T. Nguyen, Tri N. Nguyen, & Sang V. Nguyen

Thông số di truyền tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống của hàu sữa (*Crassostrea angulata*) chọn giống trong điều kiện nhiệt đới gió mùa ở Long Sơn, Vũng Tàu

Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Thị Mai Anh, Nguyễn Thảo Sương, Nguyễn Như Trí & Nguyễn Văn Sáng

102 Application of quantum geographic information system (QGIS) in epidemiological mapping and assessment of lumpy skin disease dynamics in cattle and buffaloes in Quang Binh province, 2021 - 2024

Hung H. S. Pham, Le T. H. Do, & Ky H. Pham

Ứng dụng QGIS trong xây dựng bản đồ dịch tễ và đánh giá diễn biến bệnh viêm da nổi cục trên trâu bò tại Quảng Bình giai đoạn 2021 - 2024

Phạm Hoàng Sơn Hưng, Đỗ Thị Hồng Lê & Phạm Hồng Kỳ

Công nghệ thực phẩm (Food Science and Technology)

116 Fabrication of highly active silver nanoparticles from mangosteen peel (*Garcinia mangostana*) for the reduction of p-nitrophenol in water and their antibacterial activities

Van T. T. Le, Phu D. Trương, & Quyen T. N. Le

Chế tạo hạt nano bạc từ vỏ măng cụt (*Garcinia mangostana*) có hoạt tính khử p-Nitrophenol trong nước và kháng khuẩn cao

Lê Thị Thanh Vân, Trương Đình Phú & Lê Thị Như Quyên

Evaluation of the growth, yield, and quality of five Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) varieties grown on coconut coir substrate under net house conditions

Hieu T. M. Duong[1], Linh T. M. Pham[1], Tham T. H. Nguyen[1], Di B. Huynh[1], Anh T. P. Nguyen[1], Uot T. C. Phan[2], Thuy T. B. Vo[1], & Nhi N. Phan[1*]

[1]College of Agriculture, Can Tho University, Can Tho, Vietnam

[2]Sub-Department of Rural Development and Forest Protection, Can Tho, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: August 02, 2025
Revised: October 12, 2025
Accepted: October 21, 2025

Keywords

Coconut Coir
Growth
Kale
Variety
Yield

***Corresponding author**

Phan Ngoc Nhí
Email: pnnhi@ctu.edu.vn

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of different varieties on the growth, yield, and quality of kale grown on coconut coir substrate in net house conditions at Can Tho University. The experiment was arranged in a completely randomized design comprising five treatments associated with five kale varieties: (1) Rong Bien Xanh, (2) Rong Bien Tim, (3) Xoan Xanh, (4) Xoan Tim, and (5) Xoan Xanh Viet. Each treatment was replicated six times. The results showed significant differences among cultivars for growth attributes and production quality. The Xoan Xanh kale showed superior performance with a leaf length of 25 cm, a stem diameter of 14.7 mm, an average leaf weight of 11.2 g, a total leaf weight of 819 g/plant, and the highest vitamin C content at 39 mg/100 g. The Rong Bien Xanh kale had the highest number of leaves (84 leaves/plant) and the widest leaves (15.6 cm), yet it recorded the lowest vitamin C content (26 mg/100 g). Meanwhile, the Xoan Tim kale had the lowest yield, producing only 45.7 leaves/plant and a total leaf weight of 443 g/plant. The Xoan Xanh kale exhibited appropriateness in net house environments owing to its remarkable growth traits, substantial yield, and superior quality relative to the other varieties, making it advisable for commercial cultivation.

Cited as: Duong, H. T. M., Pham, L. T. M., Nguyen, T. T. H., Huynh, D. B., Nguyen, A. T. P., Phan, U. T. C., Vo, T. T. B., & Phan, N. N. (2026). Evaluation of the growth, yield, and quality of five kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) varieties grown on coconut coir substrate under net house conditions. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 1-9.

Đánh giá sinh trưởng, năng suất và chất lượng của năm giống cải Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) trồng trên giá thể xơ dừa trong nhà màng

Dương Thị Minh Hiếu[1], Phạm Thị Mỹ Linh[1], Nguyễn Thị Hồng Thắm[1], Huỳnh Bá Dĩ[1], Nguyễn Thái Phương Anh[1], Phan Thị Cẩm Ướt[2], Võ Thị Bích Thủy[1] & Phan Ngọc Nhí[1*]

[1]Khoa Khoa Học Cây Trồng, Trường Nông Nghiệp, Đại Học Cần Thơ, Cần Thơ

[2]Chi Cục Phát Triển Nông Thôn và Kiểm Lâm, Cần Thơ

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/08/2025
Ngày chỉnh sửa: 12/10/2025
Ngày chấp nhận: 21/10/2025

Từ khóa

Cải Kale
Giống
Năng suất
Sinh trưởng
Xơ dừa

***Tác giả liên hệ**

Phan Ngọc Nhí
Email: pnnhi@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá tình hình sinh trưởng, năng suất và chất lượng của năm giống cải Kale trồng trên giá thể xơ dừa trong điều kiện nhà màng tại Đại học Cần Thơ. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức là 5 giống cải Kale: (1) Rong biển xanh, (2) Rong biển tím, (3) Xoăn xanh, (4) Xoăn tím và (5) Xoăn xanh Việt, mỗi nghiệm thức có 6 lần lặp lại. Kết quả cho thấy các giống cải Kale có sự khác biệt rõ về sinh trưởng, năng suất và chất lượng. Giống Xoăn xanh vượt trội với chiều dài lá 25 cm, đường kính gốc 14,7 mm, khối lượng trung bình lá 11,2 g/lá, tổng khối lượng lá 819 g/cây và hàm lượng vitamin C đạt 39 mg/100 g. Giống Rong biển xanh có số lá cao nhất (84 lá/cây) và chiều rộng lá lớn nhất (15,6 cm) nhưng hàm lượng vitamin C thấp nhất (26 mg/100 g). Trong khi đó, giống Xoăn tím cho năng suất thấp nhất với 45,7 lá/cây và tổng khối lượng lá chỉ đạt 443 g/cây. Giống Xoăn xanh cho thấy sự phù hợp trong điều kiện nhà màng nhờ đặc điểm sinh trưởng tốt, năng suất cao và chất lượng vượt trội so với các giống còn lại, có thể khuyến cáo đưa vào sản xuất thương mại.

1. Đặt Vấn Đề

Cải Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) là loại rau ăn lá thuộc họ Brassicaceae, chứa nhiều các hợp chất dinh dưỡng thực vật có lợi cho sức khỏe như glucosinolate, flavonoid và phenolic (Lin & Harnly, 2009; Cartea & ctv., 2011). Tại Việt Nam, cải Kale được canh tác chủ yếu theo phương thức truyền thống ngoài đồng ruộng, bị ảnh hưởng bởi sâu bệnh hại và thời tiết nên năng suất và chất lượng sản phẩm không ổn định. Canh tác trên giá thể trong điều kiện nhà màng đang được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất rau an toàn nhờ khả năng kiểm soát hiệu quả các yếu tố môi trường, hạn chế sâu bệnh, đồng thời nâng cao năng suất và chất lượng nông sản (Chen & ctv., 2022; Maraveas & ctv., 2023). Việc kiểm soát môi trường canh tác có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ cây khỏi điều kiện thời tiết bất lợi và sâu bệnh, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho sinh trưởng của cây trồng (Singh & ctv., 2018).

Xơ dừa là loại giá thể đang được quan tâm trong sản xuất rau an toàn, có khả năng giữ nước, hấp phụ và cung cấp dinh dưỡng tốt cho cây trồng. Xơ dừa có đặc tính vật lý và hóa học tương tự than bùn (Kuepper & Everett, 2004); tuy nhiên, xơ dừa có độ axít thấp hơn than bùn, đồng thời cây trồng vẫn có thể cho năng suất cao khi canh tác trên giá thể xơ dừa (Arenas & ctv., 2022). Hiện nay, các nghiên cứu trong và ngoài nước về việc trồng cải Kale trên giá thể xơ dừa còn hạn chế. Bên cạnh đó, mỗi giống cải Kale có khả năng thích nghi, đáp ứng sinh trưởng và cho năng suất khác nhau tùy theo điều kiện canh tác (Lefsrud & ctv., 2007). Từ những cơ sở trên, nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định giống cải Kale cho sinh trưởng, năng suất và chất lượng tốt khi trồng trên giá thể xơ dừa trong điều kiện nhà màng.

2. Vật Liệu và Phương Pháp

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Năm giống cải Kale được sử dụng trong nghiên cứu gồm: Rong biển xanh, Rong biển tím, Xoăn tím và Xoăn xanh do Công ty TNHH Hạt Giống Thế Giới (HFSeeds) cung cấp, và giống Xoăn xanh Việt do Công ty THNH Hạt giống Rạng Đông cung cấp. Đặc tính của từng giống cụ thể như sau:

Rong biển xanh: Chịu nhiệt tốt, có hàm lượng khoáng cao, vị hơi mặn, hăng nhẹ, giòn, lá mỏng hơn so với các loại cải kale khác.

Rong biển tím: Có hàm lượng khoáng cao hơn, vị hơi mặn mặn, hăng nhẹ, giòn, lá mỏng hơn so với các loại kale khác.

Xoăn tím: Thời vụ trồng quanh năm, chịu nhiệt tốt, ít sâu bệnh, thân cao từ 1 - 1,5 m, có vị hơi đắng.

Xoăn xanh: Chịu nhiệt tốt, thời vụ trồng quanh năm, thân thảo, thân cao từ 1 - 1,5 m, có vị hơi đắng nhẹ.

Xoăn xanh Việt: Có đặc điểm xoăn ở phần rìa lá, ăn vị hơi đắng, lá có màu xanh.

Phân bón: Sử dụng phân tan chậm NPK 27-08-08 của công ty RYNAN.

Dụng cụ và vật liệu khác: Bút đo pH, giá thể mụn xơ dừa sử dụng trong thí nghiệm có nguồn gốc từ Bến Tre, được xử lý bằng cách đã ngâm xả với nước trong 5 ngày trước tiến hành trồng cây, khay ươm, túi nhựa PE trồng cây 2 lớp trắng đen, kích thước 20 x 40 cm, có các lỗ thoát nước xung quanh thân.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức và 6 lặp lại, mỗi lặp lại gồm 4 cây cải Kale. Năm nghiệm thức là 5 giống cải Kale bao gồm: (1) Rong biển xanh; (2) Rong biển tím; (3) Xoăn xanh; (4) Xoăn tím; và (5) Xoăn xanh Việt.

Tiến hành thí nghiệm: Hạt giống cải Kale được gieo trên khay ươm chứa giá thể xơ dừa được ngâm xả với nước trong 5 ngày. Sau khi gieo, hạt được phun sương giữ ẩm để đảm bảo tỷ lệ nảy mầm cao. Khi cây con đạt 35 ngày sau gieo (NSG), tiến hành trồng cây vào túi bầu kích thước 20 x 40 cm, mỗi túi chứa 3 kg giá thể xơ dừa, trồng 1 cây/túi bầu. Túi bầu được đặt với khoảng cách trên hàng là 20 cm, mỗi túi sử dụng phân bón tan chậm NPK 27-08-08 với lượng 10 g/lần, bón 3 lần trong suốt quá trình thực hiện thí nghiệm. Hệ thống tưới nước nhỏ giọt tưới định kỳ 1 - 2 lần/ngày tuỳ điều kiện thời tiết, mỗi lần tưới là 2 phút với lượng nước là 100 mL nước/túi. Định kỳ 5 ngày/lần tưới bổ sung 100 mL dinh dưỡng thuỷ canh (nồng độ 1.200 ppm)

cho mỗi cây để cung cấp đầy đủ các dưỡng chất cần thiết. Thành phần dưỡng chất trong dung dịch dinh dưỡng gốc được trình bày trong Bảng 1. Cải Kale được bắt đầu thu hoạch lá từ thời điểm 50 NSG và định kỳ sau 15 ngày thu hoạch 1 lần, mỗi cây chỉ giữ lại 7 lá non và thu hoạch tất cả các lá bên dưới.

Bảng 1. Nồng độ các nguyên tố trong dinh dưỡng thuỷ canh gốc dùng trong thí nghiệm

Nguyên tố	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
Nồng độ (g/L)	260	52	320	190	62	110	2,6	1,1	0,2	0,4	0,02	0,07

Các chỉ tiêu theo dõi: Thí nghiệm theo dõi 4 cây/lặp lại, gồm các chỉ tiêu có sự tham khảo theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-120:2013/BNNPTNT như: Chiều cao cây (cm) - đo tại vị trí cao nhất của cây; chiều dài và chiều rộng lá (cm); chiều dài thân (cm); khối lượng thân (g) - cắt sát gốc sau đó cân cả cây; tổng số lá thu hoạch trên cây (lá/cây); khối lượng trung bình lá (g); hàm lượng vật chất khô (%) - cân 25 g lá tươi, sấy ở 60°C trong 48 giờ sau đo cần khối lượng mẫu sau sấy và tính tỷ lệ phần trăm; độ brix lá (%); hàm lượng vitamin C (mg/100 g) - định lượng theo phương pháp Muri (Nguyen & ctv., 2005); hàm lượng Ca (mg/100 g) - xác định theo phương pháp NAFI6/H-6.10 tại Trung tâm Chất lượng, Chế biến và Phát triển thị trường vùng. Các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất được xác định vào thời điểm 155 NSKG và chỉ tiêu chất lượng được xác định tại 90 NSG.

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS 20.0. Phân tích phương sai ANOVA để đánh giá sự khác biệt của các nghiệm thức. Kiểm định Duncan được sử dụng để so sánh các giá trị trung bình ở độ tin cậy 95 và 99%.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Các chỉ tiêu về sinh trưởng của các giống cải Kale

Bảng 2 cho thấy, chiều cao cây của các giống cải Kale khác biệt có ý nghĩa thống kê tại thời điểm 155 NSG. Trong đó, các giống Rong biển tím, Xoăn tím và Xoăn xanh Việt có chiều cao cây (lần lượt là 55,2; 52,7 và 49,9 cm) cao hơn so với hai giống còn lại là Rong biển xanh (42,5 cm) và Xoăn xanh (41,9 cm). Sự khác biệt về chiều cao giữa các giống có thể liên quan đến đặc điểm di truyền cũng như sự thích nghi với điều kiện canh tác của từng giống. Theo Lefsrud & ctv. (2007), sinh trưởng và chất lượng cải Kale thay đổi tùy thuộc vào giống và điều kiện môi trường. Tuy nhiên, chiều cao quá lớn có thể gây bất lợi trong quản lý canh tác cải Kale, đặc biệt là tăng nguy cơ đổ ngã khi trồng trong môi trường giá thể nhẹ như xơ dừa.

Số lá trên cây của các giống cải Kale khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Giống Rong biển xanh có số lá nhiều nhất (84 lá/cây), Số lá trên cây ít nhất được tìm thấy trên giống Xoăn tím (45,7 lá/cây). Kết quả này cao hơn đáng kể so với nghiên cứu Sharma & ctv. (2024) với số lá cải Kale trung bình 28 lá/cây, có thể do thí nghiệm này được thực hiện trong thời gian dài hơn nên cây cho nhiều lá hơn. Tương tự, kích thước lá cũng cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giống cải Kale (Bảng 2). Chiều dài lá của giống Xoăn xanh và Xoăn xanh Việt (25,0 cm) cao hơn so với Xoăn tím (20,3 cm) và Rong biển tím (22,2 cm), nhưng khác biệt không ý nghĩa

thống kê so với với giống Rong biển xanh (22,8 cm). Tuy nhiên, chiều rộng lá lớn nhất được tìm thấy trên giống Rong biển xanh (15,6 cm), trong khi các giống còn lại có chiều rộng lá dao động trong từ 13,0 - 14,0 cm. So sánh với nghiên cứu của Pascual & ctv. (2024), ở 112 NSG cải kale đạt chiều dài và chiều rộng lá lần lượt 37,5 và 13,5 cm; như vậy, chiều dài lá trong nghiên cứu này thấp hơn, nhưng chiều rộng lá của một số giống như Rong biển xanh lại cao hơn. Điều này có thể được giải thích là do sự khác biệt về giống và điều kiện thí nghiệm.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu về lá và chiều cao của 5 giống cải Kale tại thời điểm 155 ngày sau gieo

Giống cải Kale	Chiều cao cây (cm)	Số lá trên cây (lá/cây)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)
Rong Biển Xanh	$42,5^{b} \pm 2,05$	$84,0^{a} \pm 2,22$	$22,8^{ab} \pm 1,04$	$15,6^{a} \pm 0,23$
Rong Biển Tím	$52,7^{a} \pm 5,73$	$60,3^{c} \pm 2,93$	$22,2^{b} \pm 1,29$	$14,0^{b} \pm 1,54$
Xoăn Xanh	$41,9^{b} \pm 2,73$	$73,6^{b} \pm 4,25$	$25,0^{a} \pm 1,54$	$13,0^{b} \pm 0,82$
Xoăn Tím	$55,2^{a} \pm 1,56$	$45,7^{d} \pm 2,42$	$20,3^{b} \pm 0,93$	$14,0^{b} \pm 0,54$
Xoăn Xanh Việt	$49,9^{a} \pm 1,49$	$71,6^{b} \pm 3,15$	$25,0^{a} \pm 2,71$	$13,0^{b} \pm 0,88$
Mức ý nghĩa	**	**	**	**
CV (%)	6,48	4,59	7,07	6,54

*Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; **: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%; giá trị theo sau ± là độ lệch chuẩn (SD).*

Như vậy, các giống cải Kale có sự khác khác biệt về số lá trên cây và kích thước lá. Cải Kale thu hoạch lá nhiều lần, số lá và kích thước lá là hai yếu tố quan trọng quyết định đến năng suất vì lá là bộ phận thu hoạch chính. Do đó, giống có số lượng lá nhiều và kích thước lá lớn sẽ cho năng suất lá thu hoạch trên cây cao. Ngoài các chỉ tiêu sinh trưởng, đặc điểm hình thái bên ngoài như màu sắc và dạng lá của các giống cải Kale trong thí nghiệm cũng có sự khác biệt rõ (Hình 1).



Hình 1. Các giống cải Kale tại thời điểm 110 ngày sau gieo. (a) Rong biển xanh; (b) Rong biển tím; (c) Xoăn xanh; (d) Xoăn tím; (e) Xoăn xanh Việt.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu về thân của 5 giống cải Kale tại thời điểm 155 ngày sau gieo

Giống cải Kale	Chiều dài thân (cm)	Khối lượng thân (g)	Đường kính gốc (mm)
Rong Biển Xanh	$33,5^{c} \pm 1,28$	$100^{a} \pm 4,40$	$14,1^{ab} \pm 0,92$
Rong Biển Tím	$49,4^{a} \pm 1,61$	$91,8^{b} \pm 6,16$	$13,7^{ab} \pm 0,16$
Xoăn Xanh	$28,8^{d} \pm 1,56$	$59,0^{d} \pm 2,80$	$14,7^{a} \pm 0,57$
Xoăn Tím	$51,8^{a} \pm 2,25$	$88,1^{b} \pm 3,34$	$13,5^{b} \pm 0,75$
Xoăn Xanh Việt	$36,6^{b} \pm 1,81$	$67,8^{c} \pm 4,63$	$14,7^{a} \pm 0,58$
Mức ý nghĩa	**	**	**
CV (%)	4,33	5,43	4,58

*Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; **: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%; giá trị theo sau ± là độ lệch chuẩn (SD).*

Tương tự ở Bảng 3 cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giống cải Kale về chiều dài thân, khối lượng thân, đường kính gốc tại thời điểm 155 NSG. Cụ thể, chiều dài thân của giống cải Kale Xoăn tím (51,8 cm) và Rong biển tím (49,4 cm) là dài nhất. Giống Xoăn xanh có chiều dài thân ngắn nhất (28,8 cm) nhưng lại có đường kính gốc lớn nhất (14,7 mm). Sự khác biệt tương tự cũng được ghi nhận ở chỉ tiêu khối lượng thân. Giống Rong biển xanh đạt giá trị cao nhất (100 g), tiếp theo là Rong biển tím (91,8 g) và Xoăn tím (88,1 g). Giống Xoăn xanh có khối lượng thân thấp nhất (59,0 g). Nhìn chung, giống Xoăn xanh tuy có chiều dài thân và khối lượng thân thấp nhất trong các giống thí nghiệm, nhưng lại đạt giá trị đường kính gốc lớn nhất. Đường kính gốc là một trong những chỉ tiêu quan trọng phản ánh sức sinh trưởng và sự cứng cáp của cây. Như vậy, với đặc điểm cây thấp, thân to, chắc khỏe, lá mọc dày và toả đều quanh thân, giống Xoăn xanh cho thấy sự phù hợp với điều kiện canh tác trên giá thể, giúp hạn chế đổ ngã, đồng thời tạo nền tảng thuận lợi cho quang hợp hiệu quả. Kết quả này cao hơn so với nghiên cứu của Thepsilvisut & ctv. (2024) khi ghi nhận đường kính thân cải Kale tại 60 NSG dao động 9,0 - 12,5 mm, nguyên nhân có thể do khác biệt về điều kiện sinh thái cũng như thời gian theo dõi giữa hai nghiên cứu.

3.2. Các chỉ tiêu về năng suất của các giống cải Kale

Tổng số lá thu hoạch trên cây của các giống cải Kale khác biệt qua phân tích thống kê ở mức ý nghĩa 1% (Bảng 4). Giống Rong biển xanh có tổng số lá thu hoạch trên cây nhiều nhất (83,8 lá/cây), trong khi giống Xoăn tím có số lá thu hoạch trên cây ít nhất (44,9 lá/cây). Tương tự, khối lượng trung bình mỗi lá qua các lần thu cũng khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Trong đó, giống Xoăn xanh Việt và Xoăn xanh có khối lượng trung bình lá lớn nhất (11,3 và 11,2 g/lá, tương ứng), lớn hơn so với các giống Rong biển xanh, Rong biển tím và Xoăn tím.

Bảng 4. Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cá thể của 5 giống cải Kale

Giống cải Kale	Tổng số lá thu hoạch (lá/cây)	Khối lượng trung bình lá (g/lá)	Tổng khối lượng lá (g/cây)
Rong Biển Xanh	$83,8^{a} \pm 1,97$	$10,2^{b} \pm 0,64$	$855^{a} \pm 45,7$
Rong Biển Tím	$59,6^{c} \pm 5,41$	$10,2^{b} \pm 1,09$	$605^{b} \pm 43,2$
Xoăn Xanh	$72,9^{b} \pm 1,76$	$11,2^{a} \pm 0,30$	$819^{a} \pm 28,0$
Xoăn Tím	$44,9^{d} \pm 2,04$	$9,88^{b} \pm 0,57$	$443^{c} \pm 13,8$
Xoăn Xanh Việt	$71,3^{b} \pm 4,46$	$11,3^{a} \pm 1,09$	$801^{a} \pm 39,8$
Mức ý nghĩa	**	*	**
CV (%)	5,22	7,57	5,12

*Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; **: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%; *: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%; giá trị theo sau ± là độ lệch chuẩn (SD).*

Tổng khối lượng lá thu hoạch được trên cây của các giống cải Kale khác biệt có ý nghĩa qua phân tích thống kê. Giống Rong biển xanh, Xoăn xanh và Xoăn xanh Việt có tổng khối lượng lá thu được trên cây cao nhất là 855; 819 và 801 g/cây, trong khi Xoăn tím thấp nhất (443 g/cây). Mặc dù tổng số lá thu hoạch trên cây ở giống Xoăn xanh và Xoăn xanh Việt (lần lượt là 72,9 và 71,3 lá/cây) thấp hơn so với giống Rong biển xanh (83,8 lá/cây), nhưng với khối lượng trung bình lá lớn nên tổng khối lượng lá trên cây của hai giống này vẫn tương đương so với giống Rong biển xanh. Điều này cho thấy hiệu quả tích lũy sinh khối của Xoăn xanh và Xoăn xanh Việt không chỉ phụ thuộc vào số lượng lá mà còn liên quan đến kích thước và khối lượng trung bình lá. Kết quả này khác biệt đáng kể so với nghiên cứu của Naik & Gupta (2010), với số lá trung bình trên cây cải Kale chỉ đạt 11,13 - 12,65 lá/cây và khối lượng trung bình mỗi lá 22,13 - 24,14 g/lá, tổng khối lượng lá 166,04 - 188,93 g/cây. Sự khác biệt có thể do điều kiện sinh thái và thời tiết khác nhau, cũng như yếu tố giống tác động. Trong thí nghiệm này, số lần thu hoạch kéo dài và liên tục có thể làm tăng tổng số lá và khối lượng lá thu hoạch trên cây.

3.3. Các chỉ tiêu về chất lượng của các giống cải kale

Kết quả được trình bày ở Bảng 5 cho thấy, hàm lượng vitamin C trong lá của các giống cải Kale khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Giống Xoăn xanh có hàm lượng vitamin C cao nhất (39,0 mg/100 g), tiếp theo là giống Xoăn xanh Việt (32,8 mg/100 g). Giống Rong biển xanh có hàm lượng vitamin C thấp nhất (26,0 mg/100 g). Theo Sikora & Bodziarczyk (2011), hàm lượng vitamin C trung bình trong cải Kale tươi đạt khoảng 62,3 mg/100 g. Tuy nhiên, nghiên của Mugo & ctv. (2024) cho thấy, hàm lượng vitamin C có trong lá cải Kale cao đạt mức 102,2 mg/100 g. Theo Korus (2011), hàm lượng vitamin C trong cải Kale có thể dao động từ 77 đến 133 mg/100 g phụ thuộc vào giống, giai đoạn sinh trưởng và điều kiện canh tác.

Các chỉ tiêu chất lượng như độ brix và hàm lượng chất khô cũng cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% (Bảng 5). Cụ thể, giống Xoăn xanh cho độ brix cao nhất (6,50%), theo sau là Xoăn tím (6,33%) và Xoăn xanh Việt (6,07%), trong khi giống Rong biển xanh và Rong biển tím có độ brix thấp nhất (5,28 - 5,22%). Tương tự, hàm lượng chất khô ở nhóm Xoăn cao hơn (10,0 - 10,8%) so với nhóm Rong biển (8,37 - 8,86%).

Hàm lượng Ca trong lá cải Kale có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 1%. Giống Xoăn tím có hàm lượng Ca cao nhất là 313 mg/100 g, khác biệt không ý nghĩa thống kê so với giống Rong biển tím và Xoăn xanh (287 và 267 mg/100 g, tương ứng). Trong khi đó, giống Xoăn xanh Việt và Rong biển xanh có hàm lượng Ca lần lượt là 244 và 233 mg/100 g. Theo nghiên cứu của Miller-Cebert & ctv. (2009), hàm lượng Ca trung bình trong lá cải kale là 470 mg/100 g. Trong khi đó, một công bố khác cho thấy, lá cải Kale có hàm lượng Ca trung bình là 254 mg/100 g (USDA, 2018). Sự khác biệt này có thể liên quan đến yếu tố giống, mùa vụ, điều kiện môi trường và kỹ thuật canh tác (Fadigas & ctv., 2010).

Bảng 5. Một số chỉ tiêu về chất lượng dinh dưỡng của 5 giống cải Kale

Giống cải Kale	Vitamin C (mg/100g)	Độ brix (%)	Hàm lượng chất khô (%)	Hàm lượng Ca (mg/100 g)
Rong biển xanh	$26,0^{c} \pm 2,62$	$5,28^{b} \pm 0,51$	$8,86^{b} \pm 0,46$	$233^{b} \pm 23,3$
Rong biển tím	$29,7^{bc} \pm 1,88$	$5,22^{b} \pm 0,19$	$8,37^{b} \pm 0,32$	$287^{ab} \pm 18,1$
Xoăn xanh	$39,0^{a} \pm 4,31$	$6,50^{a} \pm 0,44$	$10,3^{a} \pm 0,63$	$267^{ab} \pm 27,0$
Xoăn tím	$29,7^{bc} \pm 2,12$	$6,33^{a} \pm 0,45$	$10,8^{a} \pm 0,55$	$313^{a} \pm 7,17$
Xoăn xanh Việt	$32,8^{b} \pm 2,66$	$6,07^{a} \pm 0,36$	$10,0^{a} \pm 0,29$	$244^{b} \pm 22,4$
Mức ý nghĩa	**	**	**	**
CV (%)	9,05	6,91	4,84	7,72

*Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; **: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%; giá trị theo sau ± là độ lệch chuẩn (SD).*

4. Kết Luận

Các giống cải Kale Rong biển xanh, Rong biển tím, Xoăn xanh, Xoăn tím và Xoăn xanh Việt thể hiện sự khác biệt rõ về sinh trưởng, năng suất và chất lượng khi trồng trên giá thể xơ dừa. Giống Xoăn xanh cho thấy sự phù hợp khi canh tác trên giá thể xơ dừa trong điều kiện nhà màng thông qua đặc điểm về sinh trưởng như cây thấp, thân to, chắc khỏe, lá mọc dày và toả đều quanh thân, đồng thời giống Xoăn xanh còn thể hiện ưu điểm vượt trội ở các chỉ tiêu khối lượng trung bình lá, năng suất lá trên cây và hàm lượng vitamin C, độ brix, hàm lượng chất khô và hàm lượng Ca so với các giống còn lại.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của nhóm tác giả cùng thực hiện và có sự đồng thuận công bố của tất cả các tác giả.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Arenas, M., Vavrina, C. S., Cornell, J. A., Hanlon, E. A., & Hochmuth, G. J. (2022). Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience* 37(2), 309-312. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.2.309.

Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P., & Velasco, P. (2011). Phenolic compounds in Brassica vegetables. *Molecules* 16(1), 251-280. https://doi.org/10.3390/molecules16010251.

Chen, W. H., Mattson, N. S., & You, F. (2022). Intelligent control and energy optimization in controlled environment agriculture via nonlinear model predictive control of semi-closed greenhouse. *Applied Energy* 320, 119334. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119334.

Fadigas, J. C., Santos, A. M., Jesus, R. M., Lima, D. C., Fragoso, W. D., David, J. M., & Ferreira, S. L. (2010). Use of multivariate analysis techniques for the characterization of analytical results for

the determination of the mineral composition of kale. *Microchemical Journal* 96(2), 352-356. https://doi.org/10.1016/j.microc.2010.06.006.

Korus, A. (2011). Level of vitamin C, polyphenols, and antioxidant and enzymatic activity in three varieties of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) at different stages of maturity. *International Journal of Food Properties* 14(5), 1069-1080. https://doi.org/10.1080/10942910903580926.

Kuepper, G., & Everett, K. (2004). *Potting mixes for certified organic production*. Arkansas, USA: National Sustainable Agriculture Information Service.

Lefsrud, M., Kopsell, D., Wenzel, A., & Sheehan, J. (2007). Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. *Scientia Horticulturae* 112(2), 136-141. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.026.

Lin, L. Z., & Harnly, J. M. (2009). Identification of the phenolic components of collard greens, kale, and Chinese broccoli. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(16), 7401-7408. https://doi.org/10.1021/jf901121v.

Maraveas, C., Karavas, C. S., Loukatos, D., Bartzanas, T., Arvanitis, K. G., & Symeonaki, E. (2023). Agricultural greenhouses: Resource management technologies and perspectives for zero greenhouse gas emissions. *Agriculture* 13(7), 1464. https://doi.org/10.3390/agriculture13071464.

Miller-Cebert, R. L., Sistani, N. A., & Cebert, E. (2009). Comparative mineral composition among canola cultivars and other cruciferous leafy greens. *Journal of Food Composition and Analysis* 22(2), 112-116. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.11.002.

Mugo, B., Kiio, J., & Munyaka, A. (2024). Effect of blanching time-temperature on potassium and vitamin retention/loss in kale and spinach. *Food Science and Nutrition* 12(8), 5403-5411. https://doi.org/10.1002/fsn3.4186.

Naik, I. A., & Gupta, A. J. (2010). Effect of plant density and integrated nutrient management on growth, yield, quality and economics of kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) in temperate region. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 80(1), 80-84.

Nguyen, C. M., Phan, T. T. B., & Nguyen, T. T. T. (2005). *Biochemistry laboratory manual*. Can Tho University, Can Tho, Vietnam.

Pascual, C., Xiang, L., Hernandez, R., & Hall, S. (2024). Optimizing light intensity and salinity for sustainable Kale (Brassica oleracea) production and potential application in marine aquaponics. *Sustainability* 16(23), 10516. https://doi.org/10.3390/su162310516.

Sharma, D., Singh, D., & Wesley, J. (2024). Effect of different level of nitrogen on different plant spacing on growth, yield and quality of kale. *International Journal of Research in Agronomy* 7(6), 78-83. https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i6a.785.

Sikora, I., & Bodziarczyk, E. (2011). Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria* 11(3), 239-248.

Singh, M. C., Singh, J. P., & Singh, K. G. (2018). Development of a microclimate model for prediction of temperatures inside a naturally ventilated greenhouse under cucumber crop in soilless media. *Computers and Electronics in Agriculture* 154, 227-238. https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.044.

Thepsilvisut, O., Srikan, N., Chutimanukul, P., Athinuwat, D., Chuaboon, W., Marubodee, R., & Ehara, H. (2024). Practical guidelines for farm waste utilization in sustainable Kale production. *Horticulturae* 10(5), 525. https://doi.org/10.3390/horticulturae10050525.

USDA (United States Department of Agriculture). (2018). *Agricultural statistics for 2018*. Washington DC, USA: USA Government Printing Office Internet.

The forest structure and diversity of woody species in poor evergreen broadleaf natural forests located in Ninh Dien, Hoa Hoi, and Phuoc Vinh Communes of Tay Ninh province

Canh M. Nguyen[1*], Van T. M. Nguyen[2], Dung A. Pham[3], Hai T. M. Nguyen[1], Vu T. Cong[1], & Khoi M. Ka[1]

[1]Faculty of Forestry, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2]Tay Ninh Provincial Forest Protection Department, Tay Ninh, Vietnam

[3]Green Prairie Trading & Construction Company Limited, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: November 02, 2025
Revised: December 23, 2025
Accepted: December 29, 2025

Keywords

Biodiversity
Forest structure
Natural forest rehabilitation
Natural regeneration
Poor evergreen broad-leaved forest

***Corresponding author**

Nguyen Minh Canh
Email: nmcanh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

Poor evergreen broadleaf natural forests constitute an important component of tropical forest ecosystems, playing a critical role in maintaining biodiversity and providing a foundation for sustainable forest restoration. This study aimed to assess stand structure, natural regeneration characteristics, and tree species diversity of poor evergreen broadleaf natural forests on lowland hills in Ninh Dien, Hoa Hoi, and Phuoc Vinh communes, Tay Ninh Province, as a scientific basis for forest management and restoration. A total of 47 tree species belonging to 24 families were recorded, with Dipterocarpaceae as the dominant family; Fabaceae, Sapindaceae, Chrysobalanaceae, and Malvaceae also contributed substantially to the stand composition. Five species of ecological importance were identified, including *Vatica odorata, Hopea ferrea, Nephelium chryseum, Parinari annamensis,* and *Dipterocarpus costatus*. The mean stand density was 516 trees/ha, with an average growing stock of 84.5 m^3/ha. Diameter distribution exhibited a left-skewed unimodal pattern described by the Weibull function, while height distribution followed a normal distribution, indicating an intermediate post-disturbance recovery stage with a relatively simple stand structure. Natural regeneration was abundant, with a density of 4,288 individuals/ha, dominated by seed-origin regeneration and primarily composed of native species. Shannon-Wiener diversity and Pielou evenness indices indicated a relatively balanced species composition without absolute dominance. Based on these findings, the study proposes silvicultural measures, including assisted natural regeneration, enrichment planting with native species, and long-term monitoring of forest dynamics, contributing to the restoration and sustainable management of natural forests in the study area.

Cited as: Nguyen, C. M., Nguyen, V. T. M., Pham, D. A., Nguyen, H. T. M., Cong, V. T., & Ka, K. M. (2026). The forest structure and diversity of woody species in poor evergreen broadleaf natural forests in Ninh Dien, Hoa Hoi, and Phuoc Vinh Communes of Tay Ninh province. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 10-31.

Cấu trúc rừng và đa dạng loài cây gỗ ở rừng tự nhiên lá rộng thường xanh nghèo tại xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh, tỉnh Tây Ninh

Nguyễn Minh Cảnh[1*], Nguyễn Thị Mỹ Vân[2], Phạm Anh Dũng[3], Nguyễn Thị Minh Hải[1], Công Trường Vũ[1] & Ka Minh Khôi[1]

[1]Khoa Lâm Nghiệp, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

[2]Chi Cục Kiểm Lâm Tỉnh Tây Ninh, Tây Ninh

[3]Công Ty TNHH Thương Mại Xây Dựng Thảo Nguyên Xanh, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/11/2025
Ngày chỉnh sửa: 23/12/2025
Ngày chấp nhận: 29/12/2025

Từ khóa

Cấu trúc rừng
Đa dạng sinh học
Phục hồi rừng tự nhiên
Rừng thường xanh nghèo
Tái sinh tự nhiên

***Tác giả liên hệ**

Nguyen Minh Canh
Email: nmcanh@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh nghèo là một hợp phần quan trọng của hệ sinh thái rừng nhiệt đới, có vai trò duy trì đa dạng sinh học và tạo nền tảng cho phục hồi rừng bền vững. Nghiên cứu này nhằm đánh giá cấu trúc quần thụ, đặc điểm tái sinh tự nhiên và mức độ đa dạng loài cây gỗ của rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại các xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh, tỉnh Tây Ninh, làm cơ sở cho quản lý và phục hồi rừng. Kết quả ghi nhận 47 loài cây gỗ thuộc 24 họ, trong đó họ Dầu (Dipterocarpaceae) giữ vai trò ưu thế; các họ Đậu, Bồ hòn, Cám và Bông tham gia đáng kể trong cấu trúc quần xã. Năm loài có ý nghĩa sinh thái gồm Làu táu, Săng đá, Trường chua, Cám và Dầu mít. Mật độ bình quân đạt 516 cây/ha, trữ lượng 84,5 m^3/ha. Phân bố đường kính có dạng một đỉnh lệch trái theo hàm Weibull, trong khi phân bố chiều cao tuân theo hàm phân bố chuẩn, phản ánh trạng thái rừng phục hồi trung gian sau tác động với cấu trúc còn đơn giản. Tầng cây tái sinh đạt mật độ 4.288 cây/ha, chủ yếu tái sinh từ hạt, với sự tham gia mạnh của các loài bản địa. Các chỉ số Shannon và Pielou cho thấy sự cân bằng tốt giữa các nhóm loài và không có hiện tượng ưu thế tuyệt đối. Nghiên cứu đề xuất các giải pháp khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, làm giàu rừng bằng loài bản địa và theo dõi động thái rừng, góp phần phục hồi và quản lý bền vững rừng tại khu vực nghiên cứu.

1. Đặt Vấn Đề

Rừng tự nhiên là một trong những hệ sinh thái quan trọng nhất trên hành tinh, đóng vai trò thiết yếu trong việc duy trì cân bằng sinh thái, điều hòa khí hậu, bảo vệ đất và nguồn nước, đồng thời là nơi lưu giữ phần lớn đa dạng sinh học toàn cầu (Psistaki & ctv., 2024). Rừng còn là một mắt xích then chốt trong chu trình carbon, hấp thụ khoảng 2,6 tỷ tấn CO_2 mỗi năm và góp phần giảm thiểu biến đổi khí hậu (Pan & ctv., 2011). Tuy nhiên, trong nhiều thập kỷ gần đây, diện tích và chất lượng rừng tự nhiên trên toàn cầu đã suy giảm nghiêm trọng do khai thác quá mức, chuyển đổi mục đích sử dụng đất và tác động của biến đổi khí hậu (FAO, 2018).

Cấu trúc rừng và tính đa dạng loài cây gỗ là những đặc trưng cơ bản phản ánh tình trạng, mức độ ổn định và khả năng phục hồi của hệ sinh thái rừng (Hernández-Ruedas & ctv., 2014). Theo Chazdon & ctv. (2022), việc phân tích cấu trúc tầng tán, mật độ và kích thước thân cây giúp hiểu rõ hơn về tiến trình phục hồi rừng và duy trì tính đa dạng sinh học trong giai đoạn tái sinh tự nhiên. Ngoài ra, nghiên cứu của Liu (2025) khẳng định tái sinh tự nhiên là cơ chế trung tâm đảm bảo tính kế tục của quần xã cây rừng và tăng khả năng thích ứng của rừng trước biến đổi môi trường.

Theo ước tính mới nhất, khoảng 215 triệu ha rừng nhiệt đới toàn cầu có tiềm năng tái sinh tự nhiên, tương đương khả năng hấp thụ 23,4 Gt C trong vòng 30 năm tới (Williams & ctv., 2024). Điều này nhấn mạnh vai trò của nghiên cứu đặc điểm tái sinh và cấu trúc rừng trong việc phục hồi và quản lý rừng bền vững. Ở Việt Nam, nhiều công trình đã chỉ ra mối quan hệ chặt chẽ giữa cấu trúc rừng, đa dạng loài cây gỗ và trữ lượng carbon tại Quảng Bình (Nguyen & ctv., 2024) hay Tây Nguyên (Vo, 2015). Những kết quả này khẳng định rằng việc nắm bắt đặc điểm cấu trúc tầng tán và đa dạng loài là nền tảng quan trọng để xây dựng giải pháp phục hồi và quản lý rừng hiệu quả.

Tuy nhiên, trong khi các nghiên cứu ở Việt Nam chủ yếu tập trung vào rừng lá rộng thường xanh trung bình hoặc giàu (Nguyen & ctv., 2025), các kiểu rừng lá rộng thường xanh nghèo lại ít được nghiên cứu chuyên sâu, đặc biệt ở vùng Đông Nam Bộ, nơi địa hình chủ yếu là núi đất thấp và rừng đã chịu nhiều tác động nhân sinh. Các khu vực như xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh (tỉnh Tây Ninh) hiện sở hữu diện tích rừng tự nhiên lá rộng thường xanh nghèo khoảng 4.682,96 ha, trong đó phần lớn là rừng sản xuất, với mật độ cây thấp và khả năng tái sinh chưa được đánh giá định lượng (PCTNP, 2018).

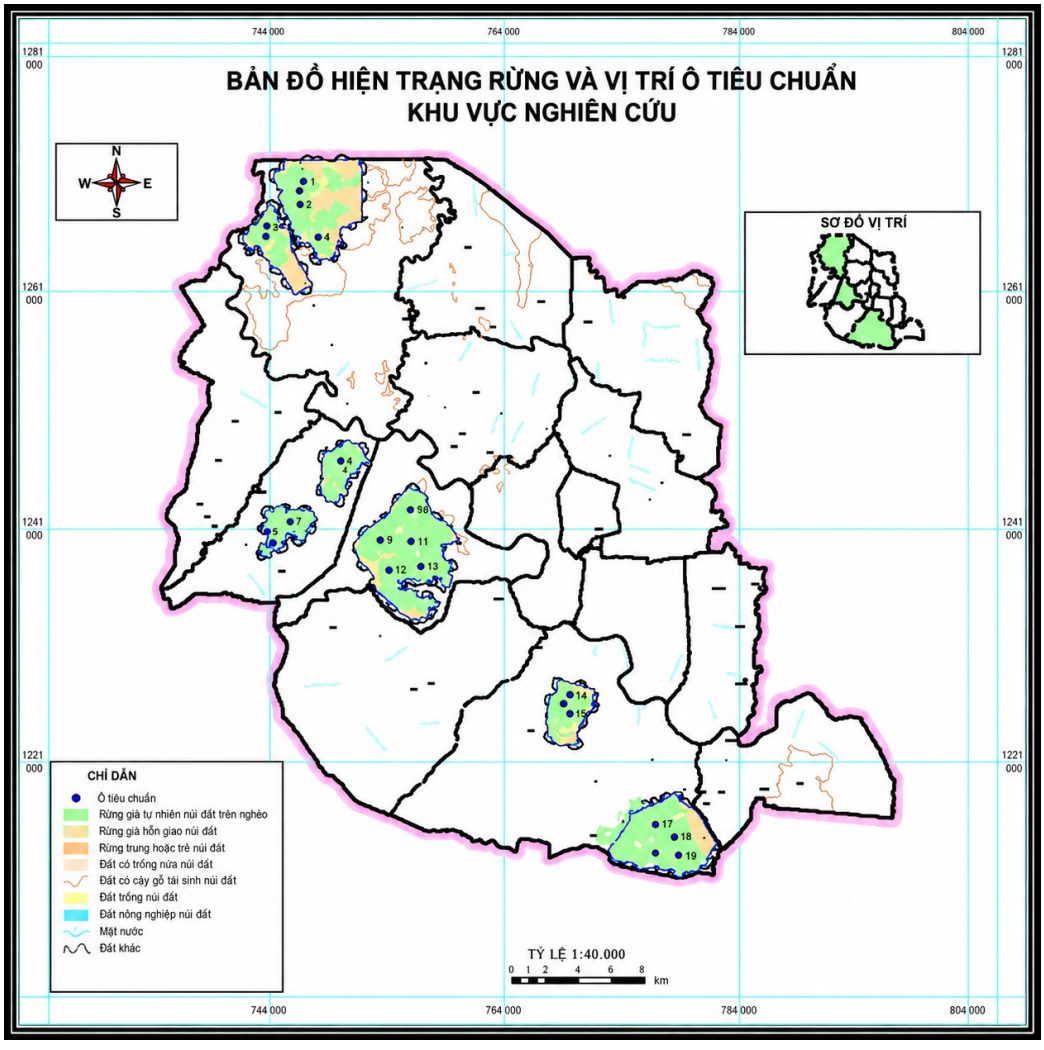
Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm (i) xác định đặc điểm cấu trúc tầng cây gỗ lớn và tầng cây tái sinh của trạng thái rừng lá rộng thường xanh nghèo tại xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh, tỉnh Tây Ninh; (ii) đánh giá mức độ đa dạng họ và loài cây gỗ của trạng thái rừng này; và (iii) đề xuất các giải pháp kỹ thuật lâm sinh phù hợp, góp phần nâng cao chất lượng rừng và sử dụng bền vững tài nguyên rừng tự nhiên tại địa phương.

2. Đối Tượng và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Đối tượng và khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các quần xã thực vật (QXTV) thuộc kiểu rừng gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh, trong trạng thái rừng nghiên cứu là rừng nghèo (TXN). Các ô tiêu chuẩn (OTC) được bố trí ở một số diện tích rừng tại xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh, tỉnh Tây Ninh.

Khu vực nghiên cứu có tổng diện tích tự nhiên khoảng là 34.470 ha, trong đó diện tích rừng và đất lâm nghiệp phân bố tại ba xã gồm: xã Hòa Hội có 1.731 ha (gồm 191 ha rừng đặc dụng và 1.540 ha rừng sản xuất), xã Phước Vinh có 1.559 ha rừng sản xuất và xã Ninh Điền có 1.393 ha rừng sản xuất. Khu vực có địa hình chủ yếu là đồng bằng thấp, bằng phẳng, xen kẽ đồi gò thoải với độ cao phổ biến 5 - 25 m, dốc địa hình hướng từ Đông Bắc xuống Tây Nam theo xu thế thấp dần về phía sông Vàm Cỏ Đông. Ba dạng địa hình chính gồm vùng thấp trũng, vùng trung bình và vùng đồi gò, được hình thành trên phù sa cổ, phù sa mới và một số bãi cát cổ phân bố rải rác gần biên giới Campuchia. Khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo với hai mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 chiếm 90% lượng mưa năm (trung bình 1.834 mm); mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 ít mưa, dễ xảy ra thiếu nước. Nhiệt độ trung bình năm 25,9°C. Về thổ nhưỡng, khu vực nằm trong vùng đất xám chiếm ưu thế (84,48% diện tích tự nhiên toàn huyện), đặc trưng bởi tầng đất nghèo dinh dưỡng, dễ thoát nước, ảnh hưởng mạnh đến sinh trưởng và cấu trúc quần xã thực vật rừng.



Hình 1. Bản đồ bố trí ô tiêu chuẩn trạng thái rừng nghèo tại khu vực nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lập ô tiêu chuẩn và thu thập số liệu

Dựa vào bản đồ hiện trạng rừng, tiến hành phân tích và khảo sát khu vực rừng tự nhiên có trạng thái TXN để đặt vị trí các OTC. Tiến hành bố trí 20 OTC tạm thời với kích thước 1.000 m²/ OTC đối với trạng thái TXN (Hình 1). Phương pháp rút mẫu được áp dụng là phương pháp rút mẫu điển hình để lựa chọn vị trí các OTC. Trong mỗi OTC, tiến hành đo đường kính ngang ngực của toàn bộ cây có đường kính $D_{1,3} \geq 6$ cm bằng cách đo chu vi bằng thước dây với độ chính xác là 0,1 cm sau đó suy ra đường kính; đo chiều cao vút ngọn (H) bằng thước đo cao Forestry Pro II, với độ chính xác là 0,1 m. Thành phần loài cây gỗ được xác định theo Tran (2002) và Vo (2003; 2004). Trong mỗi OTC 1.000 m², bố trí 5 ô dạng bản (5 × 5 m), tại 4 góc và tâm ô. Thống kê toàn bộ cây tái sinh có $D_{1,3} < 6$ cm và H > 10 cm. Các chỉ tiêu gồm: loài, chiều cao, nguồn gốc tái sinh (từ hạt hay từ chồi), phẩm chất cây (tốt, trung bình, xấu). Cây tái sinh phân cấp chiều cao thành 7 lớp: < 0,5; 0,5 - 1,0; 1,0 - 1,5; 1,5 - 2,0; 2,0 - 3,0; 3,0 - 5,0 và > 5,0 m.

2.2.2. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Sử dụng các phần mềm Microsoft Excel 2010, Statgraphics Centurion XV.I, Primer 6.0 để xử lý số liệu từ 20 OTC 1.000 m² ở trạng thái TXN tại khu vực nghiên cứu, bao gồm:

- Phân tích các chỉ tiêu lâm học: Tính toán các chỉ tiêu bình quân của lâm phần như: Đường kính, chiều cao, tổng tiết diện ngang, mật độ rừng và trữ lượng rừng. Sử dụng phương pháp thống kê mô tả để nhận xét và đánh giá kết quả nghiên cứu.

- Phân tích kết cấu họ và loài cây gỗ: Kết cấu họ và loài cây gỗ được xác định dựa vào chỉ số giá trị quan trọng IVi% theo công thức của Thai (1999): IVi = (Ni% + Gi% + Vi%)/3.

Trong đó: N% là mật độ tương đối của loài trong QXTV rừng; G% là tiết diện ngang thân cây của loài trong QXTV rừng; V% là thể tích thân cây của loài trong QXTV rừng. Khi một nhóm loài cây trong đó các cây có IVi > 5% và có tổng IVi > 40% thì được gọi nhóm loài cây ưu thế và đồng ưu thế; ngược lại, nếu có tổng IVi < 40% thì được gọi nhóm loài cây có ý nghĩa sinh thái.

Việc xác định kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng TXN được thực hiện tính toán kết cấu chung cho tất cả những loài cây gỗ của 20 OTC, từ đó cho phép thuyết minh chung kết cấu loài cây gỗ và biến động về kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng nghiên cứu.

- Phân tích độ hỗn giao loài và chỉ số phức tạp cấu trúc: Chỉ số hỗn giao loài (HG) và chỉ số phức tạp cấu trúc (SCI) được sử dụng để đánh giá mức độ hỗn giao và tính phức tạp của quần thụ rừng. HG được tính cho từng ô tiêu chuẩn theo công thức: HG = S/N, trong đó S là số loài cây gỗ và N là tổng số cây; theo Dawkins (1958), HG < 0,3 biểu thị hỗn giao thấp, 0,3 - 0,6 là trung bình và > 0,6 là hỗn giao cao. SCI được xác định theo Pretzsch (2009): $SCI = (S \times N \times G \times H)/10^5$, với G là tổng tiết diện ngang và H là chiều cao bình quân; SCI > 2 phản ánh cấu trúc đa tầng, ổn định sinh thái; SCI < 1,5 phản ánh cấu trúc rừng đơn giản, đang phục hồi hoặc suy thoái.

- Phân tích đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán rừng:

+ Tái sinh tự nhiên đối với trạng thái rừng TXN được xác định thông qua kết cấu loài cây tái sinh, phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây tái sinh.

+ Kết cấu loài cây tái sinh được xác định theo công thức: IV = (n_i/N) * 100. Trong đó, n_i (cây/ha) là số cây tái sinh của loài i, N (cây/ha) là mật độ của tất cả các loài cây tái sinh.

+ Mật độ cây tái sinh (N, cây/ha) được xác định theo công thức: N (cây/ha) = (S/s) * ni. Trong đó, S = 10.000 m^2, s = diện tích ô dạng bản (25 m^2), ni = số cây tái sinh trong một ô dạng bản.

+ Sự tương đồng giữa thành phần cây tái sinh với thành phần cây trưởng thành được xác định theo hệ số tương đồng của Sørensen (1948) theo công thức: SI = [(2 * c)/(a + b)] * 100. Trong đó a và b tương ứng là số loài cây tái sinh và số loài cây gỗ trưởng thành bắt gặp trong trạng thái rừng TXN, c là số loài cây tái sinh và số loài cây gỗ trưởng thành giống nhau trong trạng thái TXN.

- Phân tích các chỉ số đa dạng loài cây gỗ:

+ Độ giàu có về loài cây gỗ được xác định theo số loài cây gỗ (S) và chỉ số giàu có về loài của Margalef (1968): $d_{=}$ (S - 1)/Ln(N). Trong đó: d là chỉ số Margalef; S là tổng số loài trong mẫu; N là tổng số cá thể trong mẫu.

+ Chỉ số đa dạng loài cây gỗ được xác định theo chỉ số ưu thế Simpson (1949): λ' = Σ(ni * (ni - 1)/(N * (N - 1)) và chỉ số Shannon & Weiner (H') (1963): $H' = \sum_{i=1}^{S} P_i * Ln(P_i)$. Trong đó: N là tổng số cây trong ô mẫu; n_i là số cây của loài thứ i; S là tổng số loài trong mẫu; $p_i = n_i/N$; Ln() = logarit cơ số Neper.

Mức độ đa dạng được đánh giá theo thang phân loại của Fernando (1998): đa dạng thấp (H'= 1 - 2,49), đa dạng trung bình (H'= 2,5 - 2,99) và đa dạng cao (H'= 3 - 4).

+ Chỉ số đồng đều được xác định theo chỉ số Pielou (1975): J'= H'/H'_{max}, với H'_{max} = Ln(S).

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Cấu trúc quần thụ của trạng thái rừng lá rộng thường xanh nghèo

3.1.1. Các chỉ tiêu lâm học

Kết quả tính toán từ 20 OTC của trạng thái TXN với diện tích 1.000 m^2/OTC tại khu vực nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu lâm học trạng thái rừng nghèo tại khu vực nghiên cứu

STT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Đường kính bình quân, $D_{1,3}$ (cm)	18,8
2	Chiều cao bình quân, H_{vn} (m)	11,9
3	Tổng tiết diện ngang, ∑G (m^2/ha)	15,29
4	Mật độ bình quân, N (số cây/ha)	516
5	Trữ lượng bình quân, M (m^3/ha)	84,5

Kết quả phân tích cho thấy trạng thái rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu có mật độ trung bình 516 cây/ha, đường kính trung bình 18,8 cm, chiều cao vút ngọn trung bình 11,9 m, tổng tiết diện ngang 15,29 m^2/ha và trữ lượng trung bình 84,5 m^3/ha. Các trị số này phản ánh lâm phần có mật độ cây ở mức trung bình, kích thước thân cây khá nhỏ, tầng cây gỗ không cao và trữ lượng gỗ ở mức thấp, phù hợp với đặc trưng của trạng thái rừng lá rộng thường xanh nghèo trên núi đất khu vực Đông Nam Bộ. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu của một số tác giả về kiểu rừng lá rộng thường xanh nghèo tại Việt Nam (Cao &

Do, 2019; Bui, 2024). Đây là cơ sở khoa học quan trọng cho công tác quản lý, bảo vệ và phục hồi rừng tự nhiên, đặc biệt là trong việc duy trì mật độ hợp lý, bảo vệ lớp tái sinh và hạn chế tác động của cháy rừng, góp phần phục hồi và phát triển bền vững hệ sinh thái rừng lá rộng thường xanh tại tỉnh Tây Ninh.

3.1.2. Kết cấu họ thực vật

Kết cấu họ thực vật của trạng thái TXN tính toán từ 20 ô tiêu chuẩn (1.000 m^2/ô) tại khu vực nghiên cứu được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết cấu họ thực vật của trạng thái rừng nghèo ở khu vực nghiên cứu

STT	Tên họ	N (cây/ha)	G (m^2/ha)	V (m^3/ha)	Tỷ lệ %			
					N	G	V	IV
1	Sao Dầu	161	4,87	26,8	31,2	31,8	31,8	31,6
2	Đậu	52	1,54	8,6	10,1	10,1	10,1	10,1
3	Bồ hòn	37	1,17	6,5	7,1	7,7	7,7	7,5
4	Cám	33	1,02	5,8	6,3	6,7	6,8	6,6
5	Bông	28	0,81	4,5	5,3	5,3	5,3	5,3
	Cộng 5 họ	310	9,40	52,2	60,0	61,5	61,6	61,0
19	Họ khác	207	5,89	32,3	40,0	38,5	38,4	39,0
24	Tổng số	516	15,29	84,5	100,0	100,0	100,0	100,0

N: mật độ cây gỗ lớn; G: tiết diện ngang thân cây; V: thể tích thân cây; IV: kết cấu họ thực vật.

Kết quả điều tra từ 20 ô tiêu chuẩn cho thấy rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu có 24 họ cây gỗ. Trong đó, 5 họ ưu thế và đồng ưu thế gồm họ Sao Dầu, họ Đậu, họ Bồ hòn, họ Cám và họ Bông chiếm 61,0% chỉ số giá trị quan trọng (IVi) (Bảng 2).

Họ Sao Dầu giữ vị trí ưu thế tuyệt đối với IVi = 31,6%, đóng góp tương ứng 31,2% mật độ, 31,8% tiết diện ngang và 31,8% trữ lượng, phản ánh vai trò chủ đạo trong cấu trúc tầng cây gỗ chính. Các họ tiếp theo gồm họ Đậu (IVi = 10,1%), họ Bồ hòn (7,5%), họ Cám (6,6%) và họ Bông (5,3%).

Ngược lại, 19 họ còn lại chỉ chiếm 39,0% IVi, với vai trò thứ yếu trong cấu trúc quần xã. Kết quả này cho thấy cấu trúc họ của rừng bị chi phối bởi một số họ ưu thế, song vẫn duy trì các nhóm họ đặc trưng của rừng lá rộng thường xanh vùng Đông Nam Bộ, dù đã chịu tác động khai thác và điều kiện khô hạn theo mùa.

3.1.3. Kết cấu loài cây gỗ

Kết quả tính toán về kết cấu loài cây gỗ đối với rừng TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng nghèo ở khu vực nghiên cứu

STT	Tên thực vật	N (cây/ha)	G (m^2/ha)	V (m^3/ha)	Tỷ lệ %			
					N	G	V	IV
1	Làu táu	42	1,33	7,3	8,1	8,7	8,7	8,5
2	Săng đá	43	1,27	6,9	8,3	8,3	8,1	8,3
3	Trường chua	37	1,17	6,5	7,1	7,7	7,7	7,5
4	Cám	33	1,02	5,7	6,3	6,7	6,8	6,6
5	Dầu mít	27	0,87	4,9	5,2	5,7	5,7	5,5
	Cộng 5 loài	181	5,66	31,3	35,1	37,0	37,0	36,4
42	Loài khác	335	9,63	53,2	64,9	63,0	63,0	63,6
47	Tổng số	516	15,29	84,5	100,0	100,0	100,0	100,0

N: mật độ cây gỗ lớn; G: tiết diện ngang thân cây; V: thể tích thân cây; IV: kết cấu loài cây gỗ.

Kết quả điều tra tại 20 ô tiêu chuẩn (1.000 m^2/OTC) ghi nhận 47 loài cây gỗ trong trạng thái rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo (Bảng 3). Năm loài có ý nghĩa sinh thái bao gồm: Làu táu (*Vatica odorata*), Săng đá (*Hopea ferrea*), Trường chua (*Nephelium chryseum*), Cám (*Parinari annamensis*) và Dầu mít (*Dipterocarpus costatus*).

Nhóm 5 loài này chiếm 35,1% mật độ, 37,0% tổng tiết diện ngang và 37,0% trữ lượng, với IVi = 36,4%. Trong đó, Làu táu giữ vai trò ưu thế (IVi = 8,5%); 04 loài còn lại với IVi dao động từ 5,5 - 8,3%. 42 loài khác chiếm 63,6% IVi, song mức độ tham gia vào cấu trúc quần thụ không lớn.

Tổng thể, cấu trúc loài của rừng thể hiện tổ thành đơn giản, bị chi phối bởi một số loài bản địa có khả năng thích nghi cao với điều kiện đất nghèo dinh dưỡng và khí hậu bán khô hạn vùng núi đất thấp Tây Ninh. Công thức tổ thành loài của trạng thái rừng được xác định như sau: 0,85Lt + 0,83Sđ + 0,75Tc + 0,66C + 0,55Dm + 6,34Lk.

Kết quả này phản ánh đặc trưng của rừng lá rộng thường xanh nghèo sau tác động, đồng thời là cơ sở khoa học cho việc đề xuất các giải pháp phục hồi và quản lý rừng bền vững tại khu vực nghiên cứu.

3.1.4. Độ hỗn giao của rừng và chỉ số phức tạp về cấu trúc

Độ hỗn giao của rừng tại khu vực nghiên cứu được thể hiện qua chỉ số hỗn giao (HG) và chỉ số phức tạp về cấu trúc (SCI). Kết quả tính toán thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Chỉ số hỗn giao (HG) và chỉ số phức tạp về cấu trúc (SCI)

TT	Chỉ tiêu	Chỉ số	
		HG	SCI
1	Số ô tiêu chuẩn	20	20
2	Giá trị trung bình	0,5178	0,2528
3	Giá trị nhỏ nhất	0,4000	0,1720
4	Giá trị lớn nhất	0,6122	0,3430
5	Độ lệch chuẩn	0,0519	0,0521
6	Hệ số biến động (%)	10,0	20,6

Kết quả phân tích từ 20 ô tiêu chuẩn cho thấy chỉ số hỗn giao (HG) của rừng đạt giá trị trung bình 0,5178, dao động từ 0,4000 - 0,6122, phản ánh mức độ hỗn giao loài trung bình và sự pha trộn tương đối đồng đều giữa các ô, dù vẫn tồn tại hiện tượng ưu thế cục bộ của một số loài (Bảng 4).

Chỉ số phức tạp cấu trúc (SCI) có giá trị trung bình 0,2528 (0,1720 - 0,3430), cho thấy cấu trúc rừng còn đơn giản, các yếu tố kích thước cây, mật độ và phân tầng đã có sự phân hóa nhất định nhưng chưa hình thành cấu trúc đa tầng ổn định.

Nhìn chung, các giá trị HG và SCI phản ánh đặc trưng của rừng lá rộng thường xanh nghèo đang phục hồi sau tác động, chịu ảnh hưởng của điều kiện sinh thái bán khô hạn vùng Tây Ninh. Kết quả này cho thấy cần tăng cường bảo vệ và xúc tiến tái sinh tự nhiên, nhằm nâng cao mức độ hỗn giao loài và độ phức tạp cấu trúc của quần xã rừng.

3.1.5. Phân bố số cây theo cấp đường kính

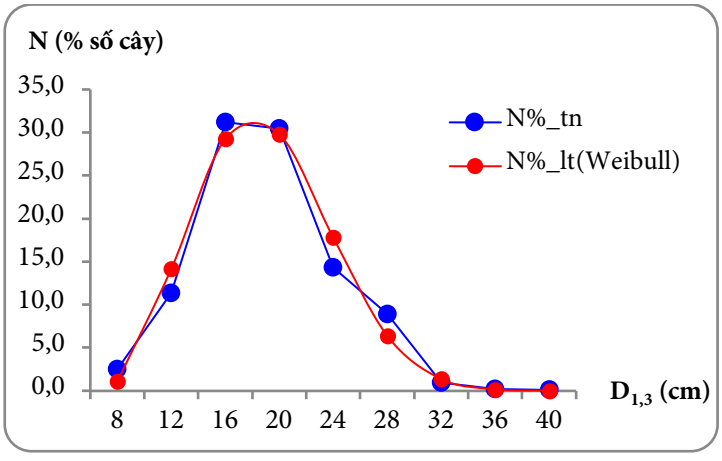
Kết quả điều tra từ 20 ô tiêu chuẩn cho thấy số cây tập trung chủ yếu ở các cấp đường kính nhỏ (6 - 22 cm), chiếm 75,83% tổng số cá thể, trong đó hai cấp 14 - 18 và 18 - 22 cm có tỷ lệ cao nhất (lần lượt 30,14 và 30,43%). Ngược lại, số cây có $D_{1,3}$ > 30 cm chỉ chiếm 1,26%, cho thấy thành phần cây gỗ lớn trong lâm phần rất hạn chế.

Phân bố số cây theo cấp đường kính có dạng một đỉnh lệch trái, đặc trưng cho rừng tự nhiên đã qua tác động và đang trong quá trình phục hồi, và được mô phỏng tốt bằng hàm Weibull (Hình 2). Phương trình cụ thể:

$$N\%lt_cd = 1-\exp(-0{,}00193065 * (D_i - 6)^{2{,}48404})$$

$$R^2 = 99{,}91\%;\ S_{y/x} = 0{,}01;\ \chi^2_{tính} = 4{,}38 < \chi^2_{bảng} = 9{,}49;\ P = 0{,}63.$$

Nhìn chung, cấu trúc đường kính của rừng núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu phản ánh sự ưu thế của cây nhỏ và trung bình, thiếu vắng cây gỗ lớn, là hệ quả của khai thác chọn và canh tác trước đây, đồng thời cho thấy tiềm năng tái sinh và kế cận vẫn đang duy trì trong quần xã.



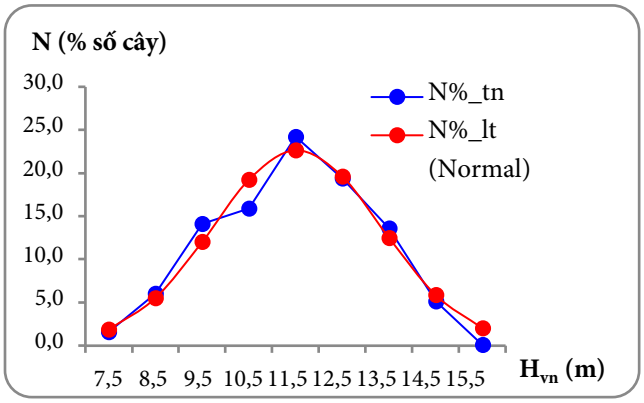
Hình 2. Đồ thị biểu diễn phân bố $N\%/D_{1,3}$ tại khu vực nghiên cứu.

3.1.6. Phân bố số cây theo cấp chiều cao

Kết quả phân tích cho thấy phần lớn cây gỗ trong trạng thái rừng nghiên cứu có chiều cao từ 8 - 13 m, chiếm 87,11% tổng số cá thể. Trong đó, nhóm cây tập trung nhiều nhất ở cấp 11 - 12 m (24,22%), tiếp đến là các cấp 10 - 11 m (15,89%) và 12 - 13 m (19,38%). Ngược lại, số cây có chiều cao trên 14 m chiếm tỷ lệ rất thấp (khoảng 5,24%).

Phân bố số cây theo cấp chiều cao thể hiện rõ đặc trưng của rừng lá rộng thường xanh nghèo sau khai thác, đang trong giai đoạn phục hồi tự nhiên, với tầng cây gỗ chủ yếu ở nhóm chiều cao trung bình. Dạng phân bố này được mô phỏng tốt theo hàm phân bố chuẩn (Hình 3), với phương trình: $N\% = 22{,}6402 \times \exp[-(Hi - 11{,}5335)^2/(2 \times 3{,}26059)]$

Kết quả kiểm định cho thấy mô hình có độ phù hợp cao ($R^2 = 99{,}91\%$; $c^2_{tính} = 2{,}16 < c^2_{bảng}$; $P = 0{,}95$), phản ánh sự ổn định tương đối của cấu trúc chiều cao và xu thế hình thành tầng cây gỗ chính trong quần xã rừng nghiên cứu.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn phân bố $N\%/H_{vn}$ tại khu vực nghiên cứu.

3.2. Đặc điểm tái sinh tự nhiên đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

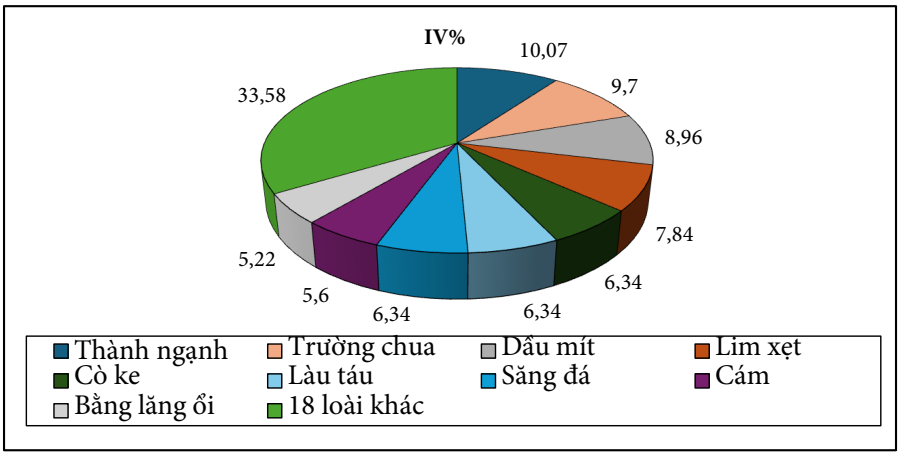
3.2.1. Kết cấu loài cây tái sinh

Kết quả nghiên cứu về kết cấu loài cây tái sinh đối với trạng thái rừng TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Hình 4.

Kết quả phân tích cho thấy tầng cây tái sinh của trạng thái rừng TXN có cấu trúc loài khá phong phú, trong đó Thành ngạnh giữ vị trí ưu thế với 432 cây/ha (10,07%), tiếp theo là Trường chua (416 cây/ha; 9,70%), Dầu mít (384 cây/ha; 8,96%) và Lim xẹt (336 cây/ha; 7,84%). Các loài Cò ke, Làu táu và Săng đá là nhóm đồng ưu thế, cùng đạt 272 cây/ha (6,34%). Ngoài ra, Cám (5,60%) và Bằng lăng ổi (5,22%) cũng tham gia đáng kể trong tổ thành tái sinh (Hình 4).

Nhóm 18 loài còn lại chiếm 33,58% tổng mật độ, phản ánh mức độ đa dạng nhất định nhưng không chi phối về mặt số lượng. Đáng chú ý, nhiều loài ưu thế ở tầng cây gỗ trưởng thành như Dầu mít, Lim xẹt và Thành ngạnh cũng xuất hiện phổ biến trong tầng tái sinh, cho thấy quá trình kế tục sinh thái diễn ra tương đối ổn định và khả năng tự duy trì của quần xã rừng khá tốt.

Tuy nhiên, sự tập trung mật độ cao ở một số loài cho thấy mức độ đồng đều tái sinh chưa cao, tiềm ẩn nguy cơ suy giảm đa dạng loài nếu rừng tiếp tục chịu tác động ngoại cảnh hoặc khai thác chọn lọc trong tương lai.



Hình 4. Đồ thị thể hiện kết cấu loài cây tái sinh tại khu vực nghiên cứu.

3.2.2. Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây

Kết quả về phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây của trạng thái TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 5.

Kết quả điều tra cho thấy rừng lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu có khả năng tái sinh mạnh, với mật độ trung bình 4.288 cây/ha.

Bảng 5. Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây của trạng thái rừng nghèo (Đơn vị tính: 01 ha)

TT	Cấp H (m)	Tổng số		Phân chia theo nguồn gốc				Phân theo chất lượng					
		(N, cây/ha)		Hạt		Chồi		Tốt		Trung bình		Xấu	
		N	N%	N	N%	N	N%	N	%	N	%	N	%
1	< 0,5	1.424	33,2	1.328	37,4	96	13,0	32	8,3	1.312	41,8	80	10,4
2	0,5 - 1,0	896	20,9	640	18,0	256	34,8	224	58,3	464	14,8	208	27,1
3	1,0 - 1,5	656	15,3	512	14,4	144	19,6	64	16,7	384	12,2	208	27,1
4	1,5 - 2,0	448	10,4	384	10,8	64	8,7	32	8,3	320	10,2	96	12,5
5	2,0 - 3,0	384	9,0	224	6,3	160	21,7	16	4,2	208	6,6	160	20,8
6	3,0 - 5,0	320	7,5	304	8,6	16	2,2	16	4,2	288	9,2	16	2,1
7	> 5,0	160	3,7	160	4,5					160	5,1		
Tổng cộng		4.288	100	3.552	100	736	100	384	100	3.136	100	768	100

Về phân bố chiều cao, cây tái sinh tập trung chủ yếu ở cấp < 2 m, chiếm 94,1%, trong khi nhóm cây có chiều cao > 2 m chiếm 5,9%, phản ánh quá trình tái sinh đang chuyển dần từ giai đoạn cây mạ sang giai đoạn cây con có khả năng gia nhập tầng dưới tán. Xét theo nguồn gốc, cây tái sinh từ hạt chiếm ưu thế tuyệt đối (84,3%), trong khi cây tái sinh từ chồi chỉ chiếm 15,7%, khẳng định vai trò chủ đạo của tái sinh hữu tính trong hình thành thế hệ kế cận.

Xét về chất lượng, cây tái sinh tốt chiếm 8,96%, trung bình 73,13% và xấu 17,91%. Đáng chú ý, nhóm cây tái sinh triển vọng thay thế (H > 1 m, phẩm chất tốt và trung bình) đạt 1.488 cây/ha (34,7%), đảm bảo lực lượng kế cận cho tầng cây gỗ chính trong tương lai.

Hệ số tương đồng Sørensen giữa tầng cây tái sinh và tầng cây mẹ đạt 55,2%, cho thấy quá trình kế tục sinh thái đang diễn ra ở giai đoạn trung gian, trong đó một số loài ưu thế của tầng cây mẹ chưa xuất hiện phổ biến trong lớp cây con, có thể do điều kiện ánh sáng dưới tán và cạnh tranh của thảm tươi, cây bụi và dây leo.

3.3. Đa dạng họ và loài cây gỗ tại khu vực nghiên cứu

3.3.1. Đa dạng họ thực vật tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ 20 OTC của trạng thái rừng nghèo được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6. Đặc trưng thống kê về đa dạng họ thực vật (Đơn vị tính: 0,1 ha)

TT	Thống kê	F_H	N	d	J'	H'	λ'
1	Số ô mẫu	20	20	20	20	20	20
2	Trung bình	16	51,6	3,97	0,84	2,36	0,13
3	Độ lệch tiêu chuẩn	1,73	4,51	0,41	0,03	0,11	0,03
4	Biên độ dao động	8	16	1,86	0,13	0,44	0,11
5	Giá trị nhỏ nhất	13	44	3,13	0,76	2,17	0,08
6	Giá trị lớn nhất	21	60	4,99	0,89	2,61	0,19
7	Hệ số biến động CV%	10,4	8,7	10,4	3,5	4,8	19,6

F_H: số họ cây gỗ; N: tổng số cây trong ô mẫu; d: chỉ số giàu có về loài của Margalef; J': chỉ số đồng đều của Pielou; H': chỉ số Shannon-Weiner; : chỉ số ưu thế Simpson.

Kết quả phân tích từ 20 ô tiêu chuẩn cho thấy rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu có số họ trung bình 16 họ/0,1 ha, dao động từ 13 - 21 họ, với hệ số biến động CV = 10,4%, phản ánh mức độ phong phú họ tương đối ổn định giữa các ô. Số cây trung bình đạt 51,6 cây/0,1 ha (CV = 8,7%), cho thấy mặc dù ở trạng thái rừng nghèo, quần xã vẫn duy trì được mức độ phong phú họ khá cao.

Chỉ số phong phú họ Margalef (d) đạt trung bình 3,97 (3,13 - 4,99), trong khi chỉ số đồng đều Pielou (J') đạt 0,84 (0,76 - 0,89), phản ánh sự phân bố cá thể giữa các họ tương đối cân bằng, không có hiện tượng ưu thế tuyệt đối. Chỉ số Shannon (H') trung bình đạt 2,36 (2,17 - 2,61), cho thấy đa dạng họ ở mức trung bình khá, tương đương với nhiều kiểu rừng thường xanh thứ sinh nghèo ở vùng Đông Nam Bộ (Vu, 2025). Ngược lại, chỉ số ưu thế Simpson (λ') có giá trị thấp (0,13), phản ánh mức độ chi phối của một vài họ là không mạnh.

Nhìn chung, đa dạng họ thực vật tại khu vực nghiên cứu được duy trì ổn định, với sự hiện diện phổ biến của các họ đặc trưng của rừng lá rộng thường xanh vùng Đông Nam Bộ như họ Sao Dầu, họ Đậu, họ Thầu dầu và họ Re. Kết quả này cho thấy, mặc dù rừng ở trạng thái nghèo, tiềm năng phục hồi tự nhiên vẫn còn cao, là cơ sở quan trọng cho các giải pháp quản lý và phục hồi rừng theo hướng duy trì các họ chủ đạo và tăng cường sự xuất hiện của các họ ít loài nhằm nâng cao tính ổn định sinh thái lâu dài.

3.3.2. Đa dạng loài cây gỗ tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ 20 OTC của trạng thái rừng nghèo được trình bày ở Bảng 7.

Kết quả phân tích từ 20 ô tiêu chuẩn cho thấy rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu có mức độ đa dạng loài cây gỗ tương đối cao (Bảng 7). Số loài ghi nhận dao động từ 21 - 32 loài, trung bình 27 loài/0,1 ha (CV = 11,2%), phản ánh mức độ phong phú đáng kể đối với trạng thái rừng thứ sinh nghèo trong điều kiện sinh thái khô nóng đặc trưng của vùng núi đất Tây Ninh.

Bảng 7. Đặc trưng thống kê về đa dạng loài cây gỗ (Đơn vị tính: 0,1 ha)

TT	Thống kê	S	N	d	J'	H'	λ'
1	Số ô mẫu	20	20	20	20	20	20
2	Trung bình	27	52	6,51	0,94	3,08	0,04
3	Độ lệch tiêu chuẩn	2,98	4,51	0,70	0,01	0,12	0,01
4	Biên độ dao động	11	16	2,55	0,05	0,48	0,03
5	Giá trị nhỏ nhất	21	44	5,22	0,92	2,81	0,03
6	Giá trị lớn nhất	32	60	7,77	0,97	3,30	0,05
7	Hệ số biến động CV%	11,2	8,7	10,7	1,3	4,0	19,8

S: số loài cây gỗ; N: tổng số cây trong ô mẫu; d: chỉ số giàu có về loài của Margalef; J': chỉ số đồng đều của Pielou; H': chỉ số Shannon-Weiner; : chỉ số ưu thế Simpson.

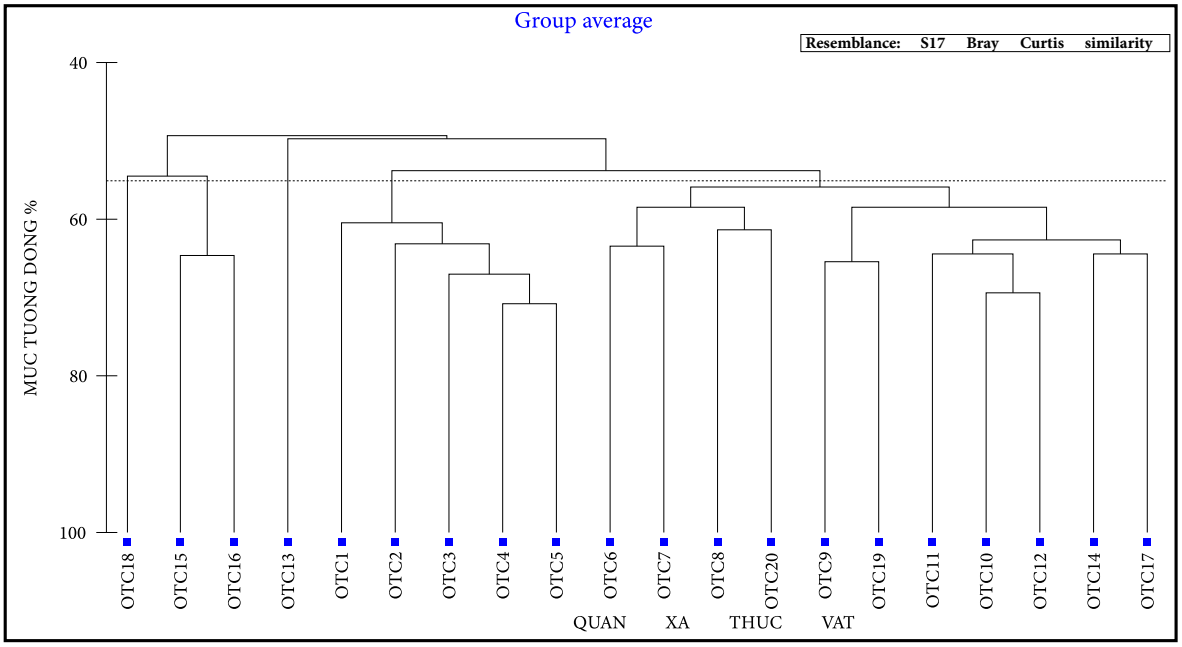
Số cá thể trung bình đạt 52 cây/0,1 ha (CV = 8,7%), cho thấy mật độ cây gỗ giữa các ô tiêu chuẩn tương đối ổn định. Chỉ số phong phú loài Margalef (d) đạt trung bình 6,51 (5,22 - 7,77), thể hiện cấu trúc tổ thành loài đa dạng trong phạm vi diện tích nhỏ. Chỉ số đồng đều Pielou (J') có giá trị cao (0,94), biến động rất thấp (CV = 1,3%), phản ánh sự phân bố cá thể giữa các loài tương đối cân bằng, hầu như không có loài chiếm ưu thế tuyệt đối.

Về mức độ đa dạng, chỉ số Shannon (H') đạt trung bình 3,08 (2,81 - 3,30), cho thấy đa dạng loài cây gỗ ở mức cao đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo. Ngược lại, chỉ số ưu thế Simpson (λ') có giá trị thấp (0,04), củng cố nhận định rằng cấu trúc quần xã ít bị chi phối bởi một vài loài ưu thế.

Mức độ đa dạng loài ghi nhận trong nghiên cứu này tương đồng với một số kiểu rừng lá rộng thường xanh thứ sinh nghèo ở vùng Đông Nam Bộ, nơi rừng tuy nghèo về trữ lượng nhưng vẫn duy trì được tổ thành loài phong phú và phân bố tương đối đồng đều. Kết quả cho thấy hệ sinh thái rừng tại khu vực nghiên cứu vẫn còn tiềm năng phục hồi tự nhiên tốt, là cơ sở quan trọng cho các giải pháp quản lý và phục hồi rừng theo hướng bảo tồn đa dạng loài và duy trì tính ổn định sinh thái lâu dài.

3.3.3. Mối quan hệ giữa các quần xã thực vật đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

Phân tích nhóm (Cluster) quần xã thực vật (OTC) theo độ phong phú của các loài thực vật của trạng thái rừng nghèo (TXN) thuộc kiểu rừng lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu với hệ số tương đồng Bray-Curtis cho thấy cấu trúc quần xã có sự phân hóa rõ theo mức tương đồng được thể hiện ở Hình 5.



Hình 5. Sơ đồ nhánh các quần xã thực vật (OTC) của trạng thái rừng nghèo ở mức tương đồng 55 và 65%.

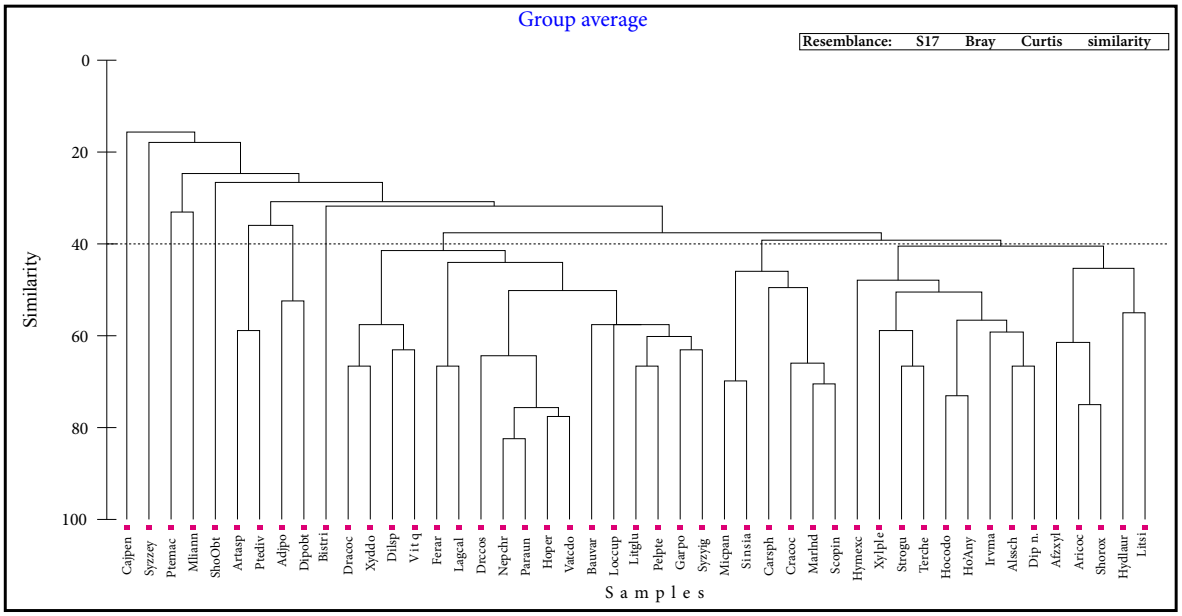
Ở mức tương đồng 55%, có hai quần xã (OTC18 và OTC13) tách biệt khỏi các quần xã còn lại, phản ánh đặc điểm sinh thái và tổ thành loài khác biệt, với mức độ tương đồng thấp hơn. Các quần xã này cần được quan tâm trong công tác bảo tồn và quản lý, do có thể đại diện cho những điều kiện lập địa hoặc lịch sử tác động riêng biệt. Các OTC còn lại có mức tương đồng tương đối cao, cho thấy cấu trúc quần xã và tổ thành loài khá đồng nhất trong phạm vi khu vực nghiên cứu.

Ở mức tương đồng 65%, sự phân hóa quần xã thể hiện rõ hơn khi có 14 OTC đứng riêng biệt (OTC18, OTC15, OTC16, OTC13, OTC1, OTC2, OTC6, OTC7, OTC8, OTC20, OTC11, OTC14 và OTC17), trong khi các OTC còn lại được chia thành ba nhóm, gồm một nhóm 3 OTC (OTC3, OTC4, OTC5) và hai nhóm 2 OTC (OTC9 - OTC19; OTC10 - OTC12). Kết quả này phản ánh mức độ dị hợp về thành phần loài giữa các quần xã, chịu ảnh hưởng của điều kiện lập địa và mức độ tác động nhân sinh khác nhau.

Nhìn chung, phân tích phân cụm cho thấy rừng lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu có tính dị thể không gian tương đối cao, dù cùng một trạng thái rừng. Đây là cơ sở khoa học quan trọng cho việc định hướng quản lý và phục hồi rừng theo nhóm quần xã, thay vì áp dụng các biện pháp đồng loạt cho toàn bộ khu vực.

3.3.4. Mối quan hệ giữa các loài đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

Kết quả phân tích phân nhóm loài cây gỗ bằng phương pháp Cluster, dựa trên hệ số tương đồng Bray-Curtis, cho thấy cấu trúc quần xã rừng lá rộng thường xanh nghèo có sự phân hóa rõ rệt về mối quan hệ giữa các loài (Hình 6).



Hình 6. Mối liên hệ giữa các loài ở mức tương đồng 40 và 50%.

Ở mức tương đồng 40%, các loài cây gỗ được chia thành nhiều cụm khác nhau, trong đó một số loài đứng tách biệt rõ ràng như Cà chắc (*Shorea obtusa*), Gòn (*Ceiba pentandra*), Giáng hương (*Pterocarpus macrocarpus*), Nhội (*Bischofia trifolia*), Lồng mức (*Wrightia annamensis*) và Trâm vỏ đỏ (*Syzygium zeylanicum*). Các loài này thể hiện đặc điểm thích nghi sinh thái riêng biệt, gắn với điều kiện lập địa và vị trí phân bố đặc thù. Các loài còn lại chủ yếu hình thành các cụm hỗn hợp, phản ánh sự phân bố đan xen và khả năng cùng tồn tại trong quần xã.

Ở mức tương đồng 50%, cấu trúc phân nhóm chi tiết hơn với sự hình thành nhiều nhóm nhỏ, trong đó các loài nêu trên vẫn duy trì vị trí tách biệt. Đồng thời, xuất hiện thêm hai loài đứng riêng biệt là Tai nghé (*Aporosa excelsum*) và Vừng (*Careya sphaerica*), cho thấy mức độ dị biệt sinh thái tăng lên khi xét ở ngưỡng tương đồng cao hơn.

Nhìn chung, kết quả phân tích cho thấy trong quần xã rừng lá rộng thường xanh nghèo tồn tại song song nhóm loài phổ biến có phân bố rộng và nhóm loài có yêu cầu sinh thái đặc thù, góp phần tạo nên sự đa dạng và tính không đồng nhất trong cấu trúc loài của rừng. Đây là cơ sở khoa học quan trọng cho việc định hướng bảo tồn các loài đặc thù và xây dựng giải pháp quản lý rừng phù hợp theo nhóm loài.

3.4. Ứng dụng kết quả nghiên cứu vào việc đề xuất các giải pháp kỹ thuật lâm sinh

Kết quả nghiên cứu về cấu trúc quần thụ, tái sinh tự nhiên và đa dạng họ - loài cây gỗ cho thấy rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại các xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh đang ở giai đoạn phục hồi trung gian, với cấu trúc đơn giản, trữ lượng thấp và thiếu vắng cây gỗ lớn, song lại có nguồn tái sinh dồi dào, đa dạng loài tương đối cao và sự hiện diện rõ của các loài bản địa ưu thế. Đây là cơ sở khoa học quan trọng để đề xuất các giải pháp kỹ thuật lâm sinh theo định hướng quản lý rừng bền vững, phù hợp với Luật Lâm nghiệp 2017 (NASRV, 2017) và Thông tư 28/2018/TT-BNNPTNT (MARD, 2018).

Trước hết, đặc điểm cấu trúc quần thụ với phân bố đường kính dạng một đỉnh lệch trái (Weibull) và phân bố chiều cao theo hàm chuẩn cho thấy rừng đang hình thành lại tầng tán chính nhưng chưa ổn định. Do đó, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên theo Thông tư 17/2022/TT-BNNPTNT được xác định là giải pháp trọng tâm nhằm phục hồi mật độ, cải thiện cấu trúc đứng và bảo đảm phát triển lớp cây kế cận (MARD, 2022). Các mô hình phân bố cấu trúc được xây dựng trong nghiên cứu có thể sử dụng làm đường cong chuẩn phục vụ theo dõi động thái rừng, giám sát phục hồi và hỗ trợ kiểm kê tài nguyên rừng định kỳ.

Đối với tổ thành họ và loài cây gỗ, sự chi phối của các họ và loài bản địa đặc trưng như Dipterocarpaceae, Fabaceae, Làu táu, Săng đá, Trường chua, Cám, Dầu mít cho phép định hướng làm giàu rừng bằng loài bản địa, đặc biệt tại các khoảnh rừng có mật độ thấp hoặc tái sinh yếu, theo Thông tư 17/2022/TT-BNNPTNT (MARD, 2022). Sự xuất hiện của các loài nguy cấp, quý hiếm như Sao đen, Gõ đỏ, Căm xe, Giáng hương (Nghị định 84/2021/NĐ-CP) đòi hỏi tăng cường bảo vệ cây mẹ, bảo tồn nguồn gen và hạn chế tối đa tác động nhân sinh, kết hợp khoanh vùng và lập bản đồ phân bố phục vụ quản lý hiệu quả (GSPV, 2021).

Kết quả về độ hỗn giao và mức độ phức tạp cấu trúc cho thấy rừng chưa hình thành phân tầng rõ rệt, do đó cần áp dụng các biện pháp điều chỉnh tán che, tỉa thưa chọn lọc nhẹ và mở tán có kiểm soát, nhằm cải thiện điều kiện vi khí hậu dưới tán và thúc đẩy tái sinh mục đích phát triển.

Mặc dù mật độ tái sinh cao (4.288 cây/ha) và thành phần loài phong phú, song chất lượng tái sinh chưa đồng đều và mức độ kế thừa giữa tầng tái sinh và tầng cây mẹ còn hạn chế. Vì vậy, cần thực hiện các biện pháp dẫn dắt tái sinh như xử lý dây leo, thảm tươi, bảo vệ cây tái sinh tốt, loại bỏ cây cạnh tranh và trồng bổ sung loài bản địa ưu thế tại các vị trí tái sinh kém, nhằm nâng cao chất lượng và tính ổn định của lớp cây kế cận.

Về lâu dài, cần tăng cường ứng dụng GIS và viễn thám, đồng thời thiết lập hệ thống ô tiêu chuẩn cố định để theo dõi động thái rừng, tích hợp các chỉ tiêu cấu trúc, tái sinh và đa dạng loài vào hệ thống giám sát tài nguyên rừng theo quy định hiện hành. Sự phối hợp giữa cơ quan quản lý rừng, chủ rừng, chính quyền địa phương và cộng đồng dân cư là yếu tố then chốt nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ, phòng cháy chữa cháy rừng và hạn chế các tác động tiêu cực.

Tóm lại, các giải pháp kỹ thuật lâm sinh được đề xuất dựa trên kết quả nghiên cứu phù hợp với điều kiện sinh thái đặc thù của rừng lá rộng thường xanh nghèo tại Tây Ninh, đồng thời đáp ứng yêu cầu quản lý rừng bền vững trong bối cảnh hiện nay, góp phần phục hồi cấu trúc rừng, bảo tồn đa dạng sinh học và nâng cao chức năng sinh thái của hệ sinh thái rừng trong tương lai.

3.5. Thảo luận

3.5.1. Về cấu trúc quần thụ

Các chỉ tiêu lâm học cho thấy rừng lá rộng thường xanh nghèo tại Ninh Điền - Hòa Hội - Phước Vinh mang đặc trưng điển hình của quần thụ phục hồi sau tác động mạnh, với cấu trúc đơn giản, trữ lượng thấp và thiếu vắng cây gỗ lớn. Tuy nhiên, đường kính và chiều cao bình quân tương đối lớn so với nhiều khu rừng nghèo khác cho thấy đây không phải là giai đoạn phục hồi sớm, mà thuộc giai đoạn phục hồi trung gian, nơi các cá thể ưu thế còn sót lại có thời gian sinh trưởng kéo dài sau khai thác hoặc cháy rừng.

So sánh với rừng TXN tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng (Vu, 2025) cho thấy sự khác biệt rõ về động thái phục hồi: rừng Dầu Tiếng có mật độ cao hơn nhưng kích thước cây nhỏ hơn, phản ánh giai đoạn phục hồi sớm; trong khi rừng tại khu vực nghiên cứu có mật độ thấp hơn nhưng cây lớn hơn, phù hợp với giai đoạn phục hồi trung gian. Xu thế này cũng tương đồng với các nghiên cứu tại Mường Phăng - Điện Biên (Le & ctv., 2023) và Vũ Quang - Hà Tĩnh (Do & ctv., 2023), nơi cấu trúc rừng nghèo chịu ảnh hưởng mạnh của tác động nhân sinh và chủ yếu gồm cây cỡ nhỏ - trung bình.

Về tổ thành, sự chi phối của họ Dầu, tiếp đến là họ Đậu, Bồ hòn, Cám và Bông, phản ánh đặc trưng ổn định của rừng thường xanh Đông Nam Bộ. Ở cấp loài, nhóm Làu táu, Săng đá, Trường chua, Cám và Dầu mít đều là các loài bản địa chịu hạn tốt, phù hợp với điều kiện đất xám nghèo dinh dưỡng và khí hậu bán khô hạn, cho thấy quần xã đang diễn tiến theo hướng phục hồi tự nhiên ổn định, dù vẫn thiếu các loài gỗ lớn đặc trưng của rừng giàu.

Giá trị HG ở mức trung bình và SCI thấp cho thấy rừng chưa hình thành cấu trúc đa tầng phức tạp, phù hợp với nhận định về quần thụ phục hồi đơn cấp, tương đồng với các kết quả đã ghi nhận tại Mường Phăng và Vũ Quang. Phân bố đường kính theo hàm Weibull và phân bố chiều cao theo hàm chuẩn tiếp tục khẳng định cơ chế tái sinh đang hoạt động, song quá trình tích lũy sinh khối và hình thành tầng cây lớn vẫn còn hạn chế (Nguyen & Tran, 2014; Vo, 2014; Ngo & ctv., 2023).

Nhìn chung, các chỉ tiêu cấu trúc cho thấy rừng tại khu vực nghiên cứu đang ở trạng thái phục hồi trung gian, còn đơn giản về cấu trúc nhưng có nền tảng sinh thái thuận lợi cho phục hồi tiếp theo.

3.5.2. Về đặc điểm tái sinh tự nhiên

Tầng tái sinh có mật độ cao, thành phần loài phong phú và ưu thế tái sinh từ hạt, phản ánh tiềm năng phục hồi sinh thái rõ rệt. So với rừng phòng hộ Dầu Tiếng, rừng tại khu vực nghiên cứu có mật độ tái sinh thấp hơn nhưng đa dạng loài cao hơn, cho thấy quá trình kế tục loài diễn ra phong phú và ổn định hơn về lâu dài.

Tuy nhiên, chất lượng tái sinh chủ yếu ở mức trung bình, trong khi hệ số tương đồng giữa tầng cây mẹ và tầng tái sinh chỉ đạt mức trung bình, cho thấy quá trình kế thừa loài chưa hoàn toàn hoàn chỉnh. Điều này có thể liên quan đến tán che tương đối lớn, cạnh tranh của thảm tươi và điều kiện vi khí hậu dưới tán, vốn là đặc trưng của rừng phục hồi trung gian. Do đó, mặc dù nguồn tái sinh dồi dào, rừng vẫn cần tác động lâm sinh có chọn lọc để nâng cao chất lượng và khả năng gia nhập tầng cây gỗ chính.

3.5.3. Về đa dạng họ và loài cây gỗ

Mặc dù số loài cây gỗ ghi nhận (47 loài) thấp hơn một số khu vực như rừng phòng hộ Dầu Tiếng, nhưng các chỉ số đa dạng Shannon và đồng đều Pielou lại đạt giá trị cao, cho thấy sự phân bố cá thể giữa các loài tương đối cân bằng và không bị chi phối bởi loài ưu thế tuyệt đối. Đây là đặc điểm tích cực, phản ánh tính ổn định nội tại của quần xã, dù rừng đang ở trạng thái nghèo về trữ lượng.

Kết quả phân tích Cluster cho thấy mức độ phân hóa sinh cảnh nhẹ giữa các OTC, gợi ý sự tồn tại của các vi sinh cảnh đặc thù, cần được xem xét trong công tác bảo tồn và quản lý. So với nhiều rừng nghèo khác, quần xã tại khu vực nghiên cứu thể hiện sự cân bằng tốt giữa đa dạng loài và cấu trúc, là nền tảng thuận lợi cho phục hồi bền vững.

3.5.4. Về ứng dụng kết quả nghiên cứu

Tổng hợp các kết quả về cấu trúc, tái sinh và đa dạng loài cho thấy khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên là giải pháp trọng tâm đối với rừng TXN tại khu vực nghiên cứu. Bên cạnh đó, làm giàu rừng bằng các loài bản địa ưu thế như Làu táu, Săng đá và Dầu mít sẽ góp phần cải thiện trữ lượng và tái lập tầng cây lớn.

Các mô hình phân bố đường kính (Weibull) và chiều cao (Normal) được xác lập có thể sử dụng làm công cụ theo dõi và đánh giá động thái rừng, hỗ trợ dự báo xu thế biến đổi cấu trúc. Đồng thời, việc kiểm soát cháy rừng, quản lý thảm tươi và bảo vệ cây tái sinh triển vọng là yêu cầu then chốt trong điều kiện sinh thái bán khô hạn của Tây Ninh.

Tóm lại, rừng lá rộng thường xanh nghèo tại Ninh Điền - Hòa Hội - Phước Vinh đang ở giai đoạn phục hồi trung gian, với cấu trúc còn đơn giản nhưng đa dạng loài cao và tiềm năng tái sinh rõ rệt. So sánh với các khu vực nghiên cứu khác cho thấy quần xã có tính ổn định sinh thái và khả năng phục hồi tương đối tốt; nếu được quản lý và tác động lâm sinh phù hợp, rừng hoàn toàn có khả năng chuyển dần sang trạng thái rừng trung bình và giàu trong tương lai.

4. Kết Luận

Nghiên cứu rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo tại các xã Ninh Điền, Hòa Hội và Phước Vinh, tỉnh Tây Ninh cho thấy:

Cấu trúc quần thụ phản ánh đặc trưng của rừng phục hồi trung gian sau tác động, với tầng tán trung bình chiếm ưu thế và cây gỗ tập trung chủ yếu ở nhóm đường kính nhỏ và trung bình. Phân bố đường kính có dạng một đỉnh lệch trái theo hàm Weibull, trong khi phân bố chiều cao tuân theo hàm phân bố chuẩn, cho thấy sự hình thành tương đối đồng đều của tầng tán chính. Mặc dù mật độ (516 cây/ha) và trữ lượng (84,5 m^3/ha) còn thấp, sự hiện diện của các loài bản địa chủ đạo như Làu táu, Săng đá, Trường chua và Dầu mít, cùng với chỉ số hỗn giao và mức độ phức tạp cấu trúc trung bình, cho thấy quần thụ đang từng bước hình thành cấu trúc ổn định.

Tầng cây tái sinh thể hiện tiềm năng phục hồi cao, với mật độ đạt 4.288 cây/ha, trong đó tái sinh từ hạt chiếm ưu thế (82,8%). Tuy nhiên, chất lượng tái sinh chưa đồng đều, chủ yếu thuộc nhóm phẩm chất trung bình; hệ số tương đồng giữa tầng cây mẹ và tầng tái sinh ở mức trung bình (~55,2%), cho thấy quá trình kế cận loài đang diễn ra nhưng cần được thúc đẩy nhằm nâng cao chất lượng lớp cây kế tiếp.

Đa dạng họ và loài cây gỗ được duy trì ở mức khá so với trạng thái rừng nghèo, với 47 loài cây gỗ thuộc 24 họ. Các chỉ số đa dạng Shannon và đồng đều Pielou đạt giá trị cao, phản ánh sự phân bố tương đối cân bằng giữa các loài và không có hiện tượng ưu thế tuyệt đối. Phân tích tương đồng giữa các ô tiêu chuẩn cho thấy sự phân hóa nhẹ theo vi sinh cảnh, là cơ sở quan trọng cho định hướng bảo tồn theo tiểu vùng sinh thái.

Trên cơ sở kết quả về cấu trúc, tái sinh và đa dạng loài, nghiên cứu đề xuất các giải pháp lâm sinh cho rừng lá rộng thường xanh nghèo trên núi đất, gồm: khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên; bảo vệ cây mẹ; điều chỉnh tán che; làm giàu rừng bằng loài bản địa; kiểm soát cháy rừng và theo dõi động thái rừng.

Nhìn chung, mặc dù đang ở trạng thái nghèo, rừng tại khu vực nghiên cứu vẫn duy trì được nền tảng sinh thái tương đối tốt và tiềm năng phục hồi rõ rệt. Việc áp dụng đồng bộ các

giải pháp lâm sinh đề xuất sẽ góp phần phục hồi cấu trúc rừng, nâng cao chất lượng và tính ổn định của hệ sinh thái, hướng tới quản lý rừng bền vững và bảo tồn đa dạng sinh học tại tỉnh Tây Ninh, đặc biệt đối với các khu rừng lá rộng thường xanh nghèo ở Đông Nam Bộ.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn giữa các tác giả.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Bui, T. H. (2024). Structural characteristics of recovering natural forests at states IIIA1 and IIIA2 in Ben En National Park, Thanh Hoa Province. *Hong Duc University Journal of Science* 59, 75-83. https://hdujs.edu.vn/index.php/hdujs/article/view/90.

Cao, T. T. H., & Do, H. H. (2019). Structural characteristics and tree species diversity of natural forest at state IIIA1 on the eastern and western slopes of the ecological restoration zone of Ba Vi National Park, Hanoi. *Journal of Forestry Science and Technology* 1, 65-74.

Chazdon, R. L., Norden, N., Colwell, R. K., & Chao, A. (2022). Monitoring recovery of tree diversity during tropical forest restoration: Lessons from long-term trajectories of natural regeneration. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 378, 20210069. https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0069.

Dawkins, H. C. (1958). *The management of natural tropical high-forest with special reference to Uganda*. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford.

Do, H. H., Cao, T. T. H., & Nguyen, T. H. (2023). Some characteristics of natural regeneration in three forest states in Vu Quang National Park, Ha Tinh Province. *Journal of Forestry Science and Technology* (4), 28-36. https://journal.vnuf.edu.vn/vi/article/view/649.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. *The state of the world's forests 2018 - Forest pathways to sustainable development*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fernando, E. (1998). *Forest formations and flora of the Philippines: Handout in FBS 21*. College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines at Los Banos, Laguna, Philippines.

GSPV (Government of the Socialist Republic of Viet Nam). (2021). Decree No. 84/2021/ND-CP dated September 22, 2021, amending and supplementing a number of articles of Decree No. 06/2019/ND-CP on the management of endangered, precious, and rare forest flora and fauna and the implementation of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Retrieved April 12, 2025, from https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Nghi-dinh-84-2021-ND-CP-sua-doi-Nghi-dinh-06-2019-ND-CP-quan-ly-thuc-vat-rung-488788.aspx.

Hernández-Ruedas, M. A., Arroyo-Rodríguez, V., Meave, J. A., Martínez-Ramos, M., Ibarra-Manríquez, G., Martínez, E., Jamangapé, G., Melo, F. P. L., & Santos, B. A. (2014). Conserving tropical tree diversity and forest structure: The value of small rainforest patches in moderately-managed landscapes. *Plos One* 9(6), e98931. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098931.

Le, D. T., Tran, X. T., Le, T. H., & Le, A. T. (2023). Structural characteristics and tree species diversity of evergreen closed forest in Muong Phang, Dien Bien Province. *Journal of Forestry Science and Technology* 12(5), 96-106. https://journal.vnuf.edu.vn/vi/article/view/116.

Liu, J. (2025). Progress in research on the effects of environmental factors on natural forest

regeneration. *Frontiers in Forests and Global Change* 8, 1525461. https://doi.org/10.3389/ffgc.2025.1525461.

MARD (Ministry of Agriculture and Rural Development). (2022). Circular No. 17/2022/TT-BNNPTNT dated October 27, 2022, amending and supplementing a number of articles of Circular No. 29/2018/TT-BNNPTNT on silvicultural measures. Retrieved April 12, 2025, from https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Thong-tu-17-2022-TT-BNNPTNT-sua-doi-Thong-tu-29-2018-TT-BNNPTNT-bien-phap-lam-sinh-535557.aspx.

MARD (Ministry of Agriculture and Rural Development). (2018). Circular No. 28/2018/TT-BNNPTNT dated November 16, 2018, on sustainable forest management. Retrieved April 12, 2025, from https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Thong-tu-28-2018-TT-BNNPTNT-quy-dinh-ve-quan-ly-rung-ben-vung-402853.aspx.

Margalef, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. Chicago, USA: University of Chicago Press.

NASRV (National Assembly of the Socialist Republic of Viet Nam). (2017). Law No. 16/2017/QH14 dated November 15, 2017. Law on Forestry. Retrieved August 12, 2025, from https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Linh-vuc-khac/Luat-lam-nghiep-367277.aspx.

Ngo, T. P., Phan, M. X., & Nguyen, M. C. (2023). Structural characteristics and tree species diversity of evergreen broad-leaved forests in Phuoc Binh National Park, Ninh Thuan Province. *Journal of Agriculture and Rural Development* 1, 71–81.

Nguyen, H. H., Pham, V. D., Bui, T. D., Trinh, H. M., Nguyen, V. Q., & Nguyen, T. T. (2024). Effects of species and tree size diversity on above-ground biomass in diverse heterogeneous tropical evergreen forests, Quang Binh Province, north central Vietnam. *Annals of Forest Research* 67(1), 31-40. https://doi.org/10.15287/afr.2024.3293.

Nguyen, M. C., To, Q., Mac, V. C., Nguyen, T. M. H., Nguyen, T. T., Dang, L. T. L., & Ho, T. T. (2025). Forest structure, tree species diversity, and soil carbon stocks in rich evergreen broadleaf natural forest at Lo Go - Xa Mat National Park, Tay Ninh Province. *Vietnam Journal of Forest Sciences* 14(7), 1130. https://doi.org/10.70169/VJFS.1130.

Nguyen, T. T. H., & Tran, T. T. H. (2014). Study on some structural characteristics of evergreen broadleaf natural forest in Vu Quang National Park, Ha Tinh Province. *Journal of Forestry Science* 3, 3408-3416.

Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., & Hayes, D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333(6045), 988-993. https://doi.org/10.1126/science.1201609.

PCTNP (People's Committee of Tay Ninh Province). (2018). Approval of the 2018 land-use plan of Chau Thanh district. Retrieved April 25, 2025, from https://www.tayninh.gov.vn/vi/news/thong-tin-dat-dai/ph-duy-t-k-ho-ch-s-d-ng--t-n-m-2018-c-a-huy-n-ch-u-th-nh-38506.html.

Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity*. London, England: Wiley - Interscience Publication.

Pretzsch, H. (2009). *Forest dynamics, growth and yield: From measurement to model.* Berlin, Germany: Springer-Verlag.

Psistaki, K., Tsantopoulos, G., & Paschalidou, A. K. (2024). An overview of the role of forests in climate change mitigation. *Sustainability* 16(14), 6089. https://doi.org/10.3390/su16146089.

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL, USA: University of Illinois Press.

Simpson, E. H. (1949). *Measurment of diversity*. *Nature* 163(4148), 688. http://dx.doi.org/10.1038/163688a0.

Thai, V. T. (1999). *Tropical forest ecosystems in Vietnam*. Ha Noi, Vietnam: Science and Technology Publishing House.

Tran, H. (2002). *Timber resources of Vietnam*. Ha Noi, Vietnam: Agricultural Publishing House.

Vo, D. H. (2015). Carbon stocks in tropical evergreen broadleaf forests in central highlands Vietnam. *International Forestry Review* 17(1), 20-29. https://www.jstor.org/stable/24310649.

Vo, D. H. (2014). Study on structural characteristics of the upper tree layer of forest state IIA in Yen Lap protection forest, Quang Ninh province. *Journal of Forestry Science* 3, 3390-3398.

Vo, V. C. (2003). *Common plant dictionary. Vol. 1*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.

Vo, V. C. (2004). *Common plant dictionary. Vol. 2*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.

Vu, A. D. (2025). *Structural characteristics and tree species diversity of poor evergreen broadleaf natural forest on soil mountains in Dau Tieng protection forest, Tay Ninh province* (Master's thesis). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.

Williams, B. A., Beyer, H. L., Fagan, M. E., Chazdon, R. L., Schmoeller, M., Sprenkle-Hyppolite, S., Griscom, B. W., Watson, J. E. M., Tedesco, A. M., Gonzalez-Roglich, M., Daldegan, G. A., Bodin, B., Celentano, D., Wilson, S. J., Rhodes, J. R., Alexandre, N. S., Kim, D.-H., Bastos, D., & Crouzeilles, R. (2024). Global potential for natural regeneration in deforested tropical regions. *Nature* 636(8041), 131-137. https://doi.org/10.1038/s41586-024-08106-4.

Effects of organic homogenates on shoot induction and the potential replacement of agar with inorganic substrates during *in vitro* rooting of Son La chrysanthemum (*Chrysanthemum* sp.)

Kiet C. Nguyen*, Truc T. T. Le, Thien N. T. Le, Mi K. T. Cao, Huy C. Lam, Trang T. Le, Tram T. T. Ngo, & Hoang V. Vo

Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: November 03, 2025
Revised: January 06, 2026
Accepted: January 16, 2026

Keywords

BAP
Perlite
Potato
Son La chrysanthemum
Tissue culture

***Corresponding author**

Nguyen Cao Kiet
Email:
kiet.nguyencao@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

Son La heirloom chrysanthemum (*Chrysanthemum* sp.) is a woody ornamental plant with a bushy growth habit, possessing high ornamental and economic value, and is suitable for pot cultivation and bonsai shaping. However, conventional propagation methods for this cultivar are limited in terms of multiplication rate and plantlet quality. This study aimed to induce *in vitro* shoot proliferation and rooting of Son La heirloom chrysanthemum and to evaluate the potential replacement of agar with several inorganic materials during the rooting stage. The experiment was conducted on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 30 g/L sucrose through two stages. In the shoot proliferation stage, stem segments were cultured on MS medium solidified with 8 g/L agar under four treatments: 6-benzylaminopurine (BAP) at 1.5 mg/L, potato extract 10% (w/v), carrot extract 10% (w/v), and coconut water 10% (v/v). After 42 days of culture, the medium supplemented with BAP at 1.5 mg/L produced the highest number of shoots and leaves (5.01 shoots per explant and 33.3 leaves per explant), whereas coconut water at 10% significantly enhanced shoot height (4.62 cm). In the rooting stage, *in vitro* stem segments were cultured on agar 8 g/L (control) and on inorganic substrates including red lava, black lava, masato, and perlite (30 g per vessel combined with 30 mL liquid MS medium supplemented with 1 mg/L IBA). After 42 days, perlite achieved a rooting percentage of 93%, comparable to agar, while producing significantly longer roots (8.45 cm). Overall, perlite shows strong potential as an alternative to agar in the *in vitro* rooting stage of Son La heirloom chrysanthemum, contributing to improved plantlet quality for production purposes.

Cited as: Nguyen, K. C., Le, T. T. T., Le, T. N. T., Cao, M. K. T., Lam, H. C., Le, T. T., Ngo, T. T. T., & Vo, H. V. (2026). Effects of organic homogenates on shoot induction and the potential replacement of agar with inorganic substrates during in vitro rooting of Son La chrysanthemum (*Chrysanthemum* sp.). *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 32-42.

Ảnh hưởng của dịch nghiền hữu cơ đến cảm ứng tạo chồi và khả năng thay thế agar bằng một số vật liệu vô cơ ở giai đoạn tạo rễ của cây cúc cổ Sơn La (*Chrysanthemum* sp.)

Nguyễn Cao Kiệt*, Lê Thị Thanh Trúc, Lê Thị Ngọc Thiện, Cao Thị Kiều Mi, Lâm Cao Huy, Lê Thùy Trang, Ngô Thị Thùy Trâm & Võ Văn Hoàng

Khoa Nông Học, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 03/11/2025
Ngày chỉnh sửa: 06/01/2026
Ngày chấp nhận: 16/01/2026

Từ khóa

BAP
Cúc cổ Sơn La
Khoai tây
Nuôi cấy mô
Perlite

***Tác giả liên hệ**

Nguyễn Cao Kiệt
Email:
kiet.nguyencao@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Cúc cổ Sơn La (*Chrysanthemum* sp.) là giống hoa cảnh thân gỗ, dạng bụi, có giá trị cao về cảnh quan và kinh tế, phù hợp trồng chậu và tạo dáng bonsai. Tuy nhiên, phương pháp nhân giống truyền thống của giống này còn hạn chế về hệ số nhân và chất lượng cây giống. Nghiên cứu được thực hiện nhằm nhân chồi, tạo rễ *in vitro* cho cây cúc cổ Sơn La và đánh giá khả năng thay thế agar bằng một số vật liệu vô cơ trong giai đoạn tạo rễ. Thí nghiệm được tiến hành trên môi trường MS (Murashige và Skoog) bổ sung 30 g/L sucrose qua hai giai đoạn. Ở giai đoạn nhân chồi, các đoạn thân được nuôi cấy trên môi trường MS có agar 8 g/L với bốn nghiệm thức gồm BAP 1,5 mg/L, dịch nghiền khoai tây 10% (w/v), dịch nghiền cà rốt 10% (w/v) và nước dừa 10% (v/v). Sau 42 ngày nuôi cấy, môi trường bổ sung 6-benzylaminopurine (BAP) 1,5 mg/L cho số chồi và số lá cao nhất (5,01 chồi/mẫu và 33,3 lá/mẫu), trong khi nước dừa 10% cải thiện đáng kể chiều cao chồi (4,62 cm). Ở giai đoạn tạo rễ, các đoạn thân cúc cổ Sơn La *in vitro* được cấy trên agar 8 g/L (đối chứng) và các vật liệu vô cơ gồm lava đỏ, lava đen, masato và perlite (30 g/bình kết hợp 30 mL môi trường lỏng MS bổ sung 1 mg/L IBA). Sau 42 ngày, perlite cho tỷ lệ ra rễ 93%, tương đương agar, đồng thời đạt chiều dài rễ lớn hơn (8,45 cm). Nhìn chung, perlite có tiềm năng thay thế agar trong giai đoạn tạo rễ *in vitro* cúc cổ Sơn La, góp phần nâng cao chất lượng cây con phục vụ sản xuất.

1. Đặt Vấn Đề

Với đặc điểm sinh trưởng thân gỗ và hình thái độc đáo, cúc cổ Sơn La (*Chrysanthemum* sp.) được đánh giá cao trong trang trí cảnh quan, đặc biệt là tạo hình bonsai, đồng thời là vật liệu di truyền quý cần được bảo tồn gắn với định hướng phát triển thương mại. Tuy nhiên, nhân giống bằng giâm cành còn hạn chế do hệ số nhân chồi thấp, nguy cơ nhiễm bệnh và thời gian sản xuất kéo dài (Eisa & ctv., 2022). Nuôi cấy mô *in vitro* đã chứng minh hiệu quả trong nhân giống hoa cúc (Chen & ctv., 2024; Firgiyanto & ctv., 2024), trong đó cytokinin như 6-benzylaminopurine (BAP) đóng vai trò quan trọng trong kích thích phân hóa chồi (Chen & ctv., 2024). Các phụ gia hữu cơ như dịch nghiền khoai tây, cà rốt và nước dừa cũng có thể cải thiện sinh trưởng mô cấy nhờ chứa vitamin và hợp chất tương tự hormone (Mehbub & ctv., 2022). Ngoài ra, những giá thể vô cơ có cấu trúc thông thoáng như perlite được ghi nhận giúp tăng phát triển rễ và khắc phục hạn chế yếm khí của agar (Clapa & Fira, 2008; Mehbub & ctv., 2022).

Nghiên cứu này nhằm xác định loại phụ gia hữu cơ thích hợp ở giai đoạn nhân chồi và đánh giá khả năng thay thế agar bằng một số vật liệu vô cơ trong giai đoạn tạo rễ, hướng đến hoàn thiện quy trình nhân giống *in vitro* giống cúc cổ Sơn La, phục vụ chuyển giao vào sản xuất thương mại.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 5/2025 đến tháng 8/2025 tại Phòng thí nghiệm nuôi cấy mô, Khu thực nghiệm Bộ môn Sinh lý - Sinh hóa, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh.

Đối tượng nghiên cứu là cây cúc cổ Sơn La (*Chrysanthemum* sp.) được nuôi cấy và lưu giữ tại khu thực nghiệm của Bộ môn.

2.2. Thiết kế thí nghiệm

2.2.1. Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của BAP và các phụ gia hữu cơ đến khả năng sinh trưởng của đoạn thân in vitro cúc cổ Sơn La

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với một yếu tố là loại phụ gia, gồm 4 nghiệm thức: BAP 1,5 mg/L, dịch nghiền khoai tây 10% (w/v), dịch nghiền cà rốt 10% (w/v) và nước dừa 10% (v/v) (Tran & ctv., 2023; Nguyen, 2024). Mỗi nghiệm thức có 3 lần lặp lại; mỗi lần gồm 5 bình, mỗi bình cấy 3 mẫu (tổng 60 bình, 180 mẫu). Môi trường nuôi cấy sử dụng Murashige and Skoog (MS) bổ sung 30 g/L sucrose và 8 g/L agar, phân phối 50 mL/bình.

2.2.2. Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của vật liệu vô cơ đến khả năng ra rễ của đoạn thân in vitro cúc cổ Sơn La

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với một yếu tố là loại vật liệu vô cơ, gồm 5 nghiệm thức: agar 8 g/L (đối chứng), lava đỏ, lava đen, masato và perlite (30 g/bình). Hàm lượng agar và vật liệu vô cơ được xác định qua khảo sát sơ bộ nhằm đảm bảo độ đông đặc, độ ẩm và thông khí phù hợp cho sự hình thành rễ *in vitro*. Mỗi nghiệm thức có 3 lần lặp lại; mỗi lần gồm 5 bình, mỗi bình cấy 3 mẫu (tổng 75 bình, 225 mẫu). Môi trường nuôi cấy sử dụng Murashige and Skoog (MS) bổ sung 30 g/L sucrose và 1 mg/L Indole-3-butyric acid (IBA), phân phối 30 mL/bình.

2.3. Phương pháp thí nghiệm

Các bước nghiên cứu được thực hiện theo quy trình nuôi cấy mô và vi nhân giống cây trồng

của Trigiano & Gray (2011), có điều chỉnh phù hợp với cây cúc cổ Sơn La.

Ở thí nghiệm 1, mẫu cấy là cây 3 tuần tuổi (cao 2 - 2,5 cm), sinh trưởng đồng đều, được cắt bỏ rễ và lá, sau đó chia thành đoạn thân dài 1 - 1,5 cm trước khi cấy. Dịch nghiền khoai tây và cà rốt được chuẩn bị bằng cách rửa sạch, gọt vỏ, cắt nhỏ, xay nhuyễn với nước cất vô trùng, đạt nồng độ 10% (w/v) và lọc qua vải mịn; nước dừa được thu từ quả tươi, lọc qua vải mịn và bổ sung ở nồng độ 10% (v/v). Các phụ gia được bổ sung trực tiếp vào môi trường MS trước khi hấp tiệt trùng (121°C, 15 phút). Mẫu được cấy trên môi trường MS bổ sung 30 g/L sucrose và 8 g/L agar kết hợp với BAP 1,5 mg/L hoặc các phụ gia hữu cơ tương ứng.

Ở thí nghiệm 2, mẫu cấy là đoạn thân dài 2 - 2,5 cm từ cây 3 tuần tuổi. Các vật liệu vô cơ (lava đỏ, lava đen, masato và perlite) được sàng kích thước 2 - 4 mm, rửa sạch, tráng nước cất và để ráo trước khi sử dụng. Mỗi bình chứa 30 g vật liệu và 30 mL môi trường MS bổ sung 30 g/L sucrose và 1 mg/L IBA, sau đó hấp tiệt trùng ở 121°C trong 15 phút. Agar 8 g/L được sử dụng làm đối chứng và được thay thế hoàn toàn bằng các vật liệu vô cơ trong các nghiệm thức tương ứng. Thể tích môi trường 30 mL được xác định qua khảo sát sơ bộ nhằm đảm bảo độ ẩm cần thiết, thông khí tốt cho rễ và điều kiện so sánh đồng nhất giữa các nghiệm thức trước bố trí thí nghiệm.

2.4. Chỉ tiêu theo dõi

2.4.1. Thí nghiệm 1

Các chỉ tiêu của thí nghiệm 1 được theo dõi 7 ngày/lần trong suốt 42 ngày bao gồm:

Số chồi/mẫu (chồi): Đếm tổng số chồi phát sinh trên mỗi mẫu cấy.

Chiều cao mẫu cấy (cm): Đo chiều cao chồi tính từ mặt môi trường đến điểm cao nhất của chồi.

Số lá/mẫu (lá): Đếm tổng số lá có chiều dài ≥ 0,5 cm trên mỗi mẫu cấy.

Đường kính mẫu cấy (cm): Đo đường kính của cụm chồi tại vị trí lớn nhất của mẫu cấy; chỉ được xác định tại thời điểm 42 NSC nhằm tránh ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng của mẫu cấy trong các lần theo dõi trước đó.

2.4.2. Thí nghiệm 2

Các chỉ tiêu của thí nghiệm 2 được theo dõi một lần tại thời điểm 42 ngày sau cấy (NSC) bao gồm:

Số rễ/cây (rễ): Đếm tổng số rễ phát sinh trên mỗi mẫu cấy.

Chiều dài rễ (cm): Đo chiều dài rễ lớn nhất của mỗi mẫu từ vị trí gốc rễ đến đầu rễ.

Tỷ lệ ra rễ (%): Tính phần trăm số mẫu hình thành rễ trên tổng số mẫu cấy của từng nghiệm thức.

2.5. Điều kiện phòng thí nghiệm

Mẫu được nuôi cấy ở 25 ± 1°C, độ ẩm tương đối 70 – 80%. Cả hai thí nghiệm được bố trí dưới ánh sáng 37 ± 9,25 µmol/m² trong 1 giây với chu kỳ chiếu sáng 12 giờ/ngày.

2.6. Xử lý số liệu

Dữ liệu được lưu trữ bằng Excel 2010, R (phiên bản 4.2.3) được sử dụng để thực hiện bảng ANOVA và trắc nghiệm phân hạng bằng Duncan ở a = 0,05 hoặc a = 0,01. Các số liệu về số chồi ở 14 NSC ở thí nghiệm 1 đã được chuyển đổi bằng công thức trước khi phân tích thống kê (Gomez & Gomez, 1984).

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Ảnh hưởng của BAP, dịch nghiền khoai tây, dịch nghiền cà rốt và nước dừa khả năng sinh trưởng của đoạn thân cúc cổ Sơn La *in vitro*

6-benzylaminopurine là cytokinin tổng hợp thường được sử dụng trong nuôi cấy mô nhằm kích thích phân chia tế bào và nhân chồi *in vitro*. Bên cạnh đó, việc bổ sung nước dừa và các phụ gia hữu cơ tự nhiên như dịch nghiền khoai tây và cà rốt giúp cung cấp vitamin và các chất điều hòa sinh trưởng tự nhiên cho mẫu cấy (Trigiano & Gray, 2011; Firgiyanto & ctv., 2024).



Hình 1. Chồi cúc cổ Sơn La trên môi trường bổ sung các dịch nghiền hữu cơ. Môi trường MS (Murashige và Skoog) bổ sung (a): BAP (6-benzylaminopurine); (b): dịch nghiền khoai tây; (c): dịch nghiền cà rốt; (d): nước dừa.

Bảng 1. Ảnh hưởng của BAP (6-benzylaminopurine), dịch nghiền khoai tây, dịch nghiền cà rốt và nước dừa đến số chồi (chồi/mẫu) cúc cổ Sơn La *in vitro*

Môi trường	7 NSC	14 NSC	21 NSC	28 NSC	35 NSC	42 NSC
BAP	0	0,69^{a}	2,11^{a}	2,36^{a}	5,78^{a}	6,01^{a}
Dịch nghiền khoai tây	0	0,11^{b}	0,24^{b}	0,36^{b}	0,31^{b}	0,51^{b}
Dịch nghiền cà rốt	0	0,24^{b}	0,33^{b}	0,40^{b}	0,40^{b}	0,58^{b}
Nước dừa	0	0,13^{b}	0,44^{b}	0,33^{b}	0,82^{b}	0,87^{b}
CV (%)	-	8,8	53,49	29,39	23,07	27,39
$F_{tính}$	-	9,89**	13,50**	46,51***	117,90***	62,96***

*NSC: ngày sau cấy. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê; **: khác biệt ở mức ý nghĩa a = 0,01; ***: sự khác biệt có ý nghĩa với α = 0,001.*

Dựa trên kết quả Bảng 1 qua các thời điểm theo dõi, số chồi ở các môi trường có bổ sung các nhóm chất tại thời điểm 7 NSC đều chưa hình thành, trong khi đó số chồi/mẫu giữa các nghiệm thức với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (14 - 21 NSC: $P < 0,01$; 28 - 42 NSC: $P < 0,001$). Số chồi tăng dần theo thời gian và nghiệm thức bổ sung BAP 1,5 mg/L luôn đạt giá trị cao, từ 0,69 chồi tại 14 NSC lên 6,01 chồi/mẫu ở 42 NSC (Hình 1). Điều này phù hợp với vai trò của cytokinin tổng hợp trong việc kích hoạt phân chia tế bào và điều hòa sự hình thành chồi bất định (Hussain & ctv., 2025). Ngược lại, các nghiệm thức bổ sung phụ gia hữu cơ như khoai tây, cà rốt và nước dừa chỉ đạt 0,51 - 0,87 chồi/mẫu ở 42 NSC. Các nguồn này cung cấp carbohydrate, vitamin và hợp chất điều hòa sinh trưởng tự nhiên giúp duy trì sức sống mô cấy nhưng hiệu quả cảm ứng chồi vẫn hạn chế hơn so với BAP (Firgiyanto & ctv., 2024). Nước dừa 10% cho số chồi cao hơn hai phụ gia còn lại, có thể do nước dừa chứa cytokinin tự nhiên, trong đó có zeatin, giúp kích thích phân chia và kéo dài tế bào chồi (Yong & ctv., 2009). Một số chỉ tiêu có CV cao (khoảng 53%), chủ yếu do sự khác biệt nhỏ giữa các đoạn thân khi cắt (về chiều dài và số mắt nách) làm khả năng phát triển chồi không đồng đều. Ở giai đoạn đầu nuôi cấy, khi số chồi còn ít, chỉ cần một vài mẫu sinh trưởng mạnh cũng có thể làm tăng mức độ biến động. Sai khác giữa các nghiệm thức vẫn được khẳng định bằng phân tích thống kê, do đó kết quả so sánh có độ tin cậy.

Qua đó cho thấy BAP vẫn là yếu tố then chốt trong việc nâng cao hệ số nhân chồi ở giai đoạn đầu quy trình nhân giống *in vitro* giống cúc cổ Sơn La.

Bảng 2. Ảnh hưởng của BAP (6-benzylaminopurine), dịch nghiền khoai tây, dịch nghiền cà rốt và nước dừa đến số lá (lá/mẫu) cây cúc cổ Sơn La *in vitro*

Môi trường	7 NSC	14 NSC	21 NSC	28 NSC	35 NSC	42 NSC
BAP	0	2,02	5,28	11,35	16,23^{a}	33,30^{a}
Dịch nghiền khoai tây	0	3,02	6,38	8,99	10,72^{b}	16,49^{b}
Dịch nghiền cà rốt	0	3,20	5,87	8,96	11,28^{b}	14,72^{b}
Nước dừa	0	3,31	8,00	11,33	14,02^{ab}	18,73^{b}
CV (%)	-	18,03	15,51	16,70	13,55	18,11
$F_{tính}$	-	3,85^{ns}	4,01^{ns}	19,50^{ns}	6,27*	15,22**

*NSC: ngày sau cấy. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê; ns: khác biệt không có ý nghĩa; *: khác biệt ở mức ý nghĩa a = 0,05; **: khác biệt ở mức ý nghĩa a = 0,01.*

Kết quả từ Bảng 2 cho thấy ở thời điểm 7 NSC, số lá chưa hình thành ở các mẫu thí nghiệm. Trái lại, tại các thời điểm 14, 21 và 28 NSC, số lá/mẫu không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức, cho thấy ảnh hưởng của các nhóm chất bổ sung vào môi trường nuôi cấy chưa biểu hiện rõ ở giai đoạn đầu. Đến 35 NSC, sự khác biệt về số lá bắt đầu xuất hiện ($P < 0,05$) và trở nên rõ rệt hơn tại 42 NSC ($P < 0,01$). Ở cả hai thời điểm này, môi trường bổ sung BAP 1,5 mg/L cho số lá cao nhất, đạt 33,30 lá/mẫu tại 42 NSC, phù hợp với cơ chế cytokinin thúc đẩy phân chia tế bào và phát triển lá (Girsang & ctv., 2019). Các nghiệm thức bổ sung phụ gia hữu cơ cho số lá thấp hơn BAP. Tuy nhiên, nước dừa 10% vẫn đạt giá trị cao nhất trong nhóm này

(18,73 lá/mẫu), cho thấy nguồn dinh dưỡng phức hợp trong nước dừa giúp duy trì trạng thái sinh trưởng tốt của mẫu cấy ở giai đoạn phát triển lá ban đầu, dù hiệu quả cảm ứng chồi vẫn kém hơn cytokinin tổng hợp, vốn có tác động mạnh và ổn định hơn đến quá trình phân hóa chồi *in vitro* (Yong & ctv., 2009; Eisa & ctv., 2022; Firgiyanto & ctv., 2024).

Kết quả cho thấy BAP 1,5 mg/L chỉ thể hiện ưu thế rõ rệt về số lá từ sau 35 NSC, qua đó góp phần nâng cao hệ số nhân chồi ở giống cúc cổ Sơn La *in vitro*.

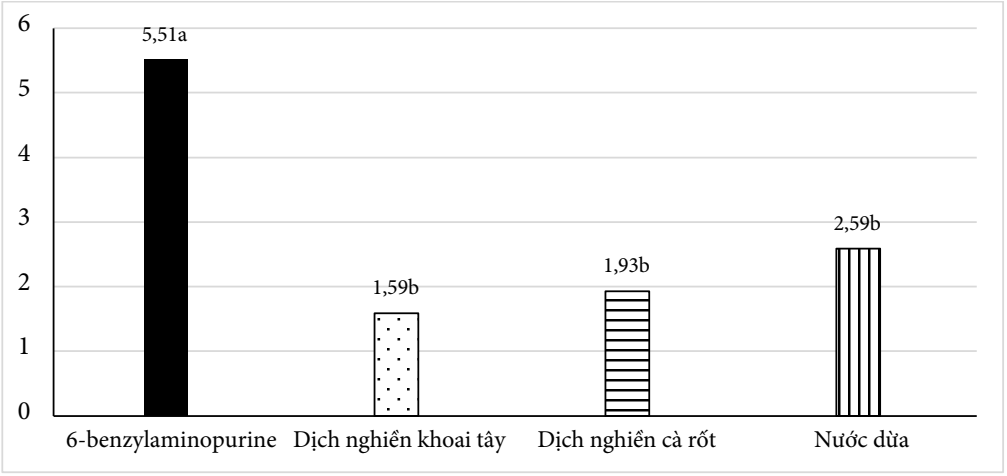
Hệ số biến động (CV) ở một số thời điểm còn cao, có thể do mức độ không đồng nhất hoàn toàn giữa các mẫu chồi ban đầu, phản ánh biến thiên sinh học tự nhiên thường gặp trong nuôi cấy mô hoa cúc. Các sai khác giữa các nghiệm thức vẫn được khẳng định bằng kiểm định thống kê, qua đó đảm bảo độ tin cậy của kết quả.

Bảng 3. Ảnh hưởng của BAP (6-benzylaminopurine), dịch nghiền khoai tây, dịch nghiền cà rốt và nước dừa đến chiều cao cây (cm) cúc cổ Sơn La *in vitro*

Môi trường	7 NSC	14 NSC	21 NSC	28 NSC	35 NSC	42 NSC
BAP	1,31	1,82	$1,83^{c}$	$1,96^{b}$	$1,98^{d}$	$2,33^{c}$
Dịch nghiền khoai tây	1,44	1,66	$2,07^{bc}$	$2,09^{b}$	$2,46^{c}$	$2,87^{bc}$
Dịch nghiền cà rốt	1,48	1,77	$2,34^{ab}$	$2,60^{a}$	$2,94^{b}$	$3,90^{ab}$
Nước dừa	1,28	1,84	$2,52^{a}$	$2,74^{a}$	$3,63^{a}$	$4,62^{a}$
CV (%)	9,95	6,11	6,20	6,22	5,64	12,22
$F_{tính}$	$1,44^{ns}$	$1,66^{ns}$	15,09**	20,48***	62.03***	17,93***

*NSC: ngày sau cấy. Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê; ns: khác biệt không có ý nghĩa; **: khác biệt ở mức ý nghĩa a = 0,01; ***: sự khác biệt có ý nghĩa với α = 0,001.*

Các số liệu ở Bảng 3 cho thấy tại các thời điểm 7 và 14 NSC, chiều cao chồi có sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (ns), phản ánh ảnh hưởng của các nhóm chất bổ sung chưa được biểu hiện rõ ở giai đoạn đầu. Từ 21 NSC, chiều cao chồi bắt đầu có sự khác biệt đáng kể ($P < 0,01$), và mức khác biệt tăng mạnh từ 28 đến 42 NSC ($P < 0,001$). Trong suốt giai đoạn theo dõi, nghiệm thức bổ sung nước dừa 10% cho chiều cao chồi lớn nhất, đạt 4,62 cm tại 42 NSC. Mặc dù BAP 1,5 mg/L cho số chồi và số lá cao hơn, nhưng lại hạn chế mạnh sự kéo dài thân từ 28 NSC trở đi, phù hợp với đặc tính cytokinin tổng hợp ở nồng độ cố định thường ức chế kéo dài chồi (Khan & ctv., 2021). Ngược lại, nước dừa ở nồng độ 10% cho hiệu quả rõ rệt trong kích thích kéo dài chồi, mẫu cấy được bổ sung dịch nghiền cà rốt cũng cho chiều cao chồi không khác biệt có ý nghĩa thống kê, cho thấy cả hai phụ gia hữu cơ đều có khả năng hỗ trợ sinh trưởng chồi *in vitro*. Tuy nhiên, nước dừa với thành phần dinh dưỡng phức hợp, bao gồm đường, vitamin, amino acid và các cytokinin tự nhiên, được ghi nhận là giúp duy trì trạng thái sinh trưởng ổn định và cải thiện chất lượng chồi, do đó được xem là phù hợp hơn cho giai đoạn nhân nhanh (Yong & ctv., 2009; Firgiyanto & ctv., 2024).

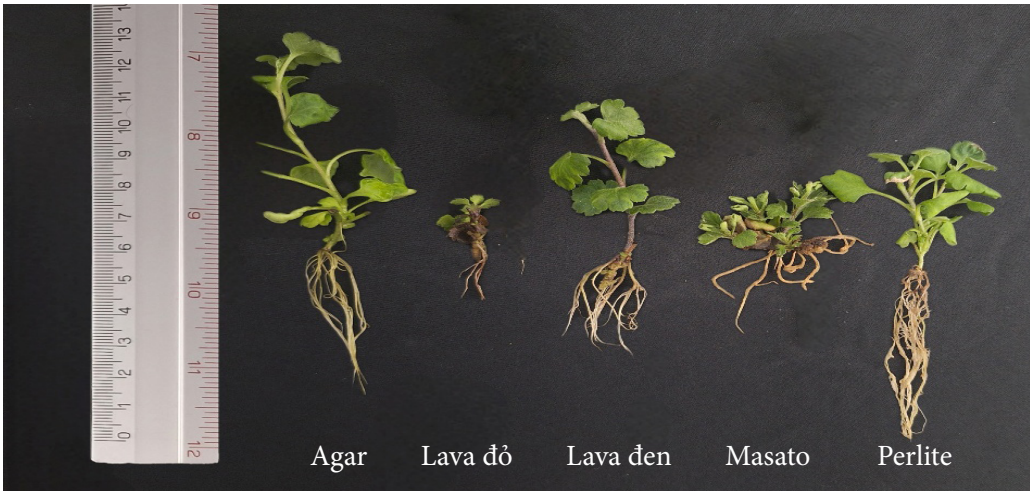


Hình 2. Đường kính mẫu (mm) cúc cổ Sơn La trên môi trường bổ sung các loại dịch nghiền hữu cơ.

Dựa trên kết quả Hình 2, tại 42 NSC, đường kính mẫu cấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($P < 0,001$). Môi trường bổ sung 1,5 mg/L BAP tạo ra mẫu cấy có đường kính lớn nhất (5,51 mm), phản ánh khả năng kích thích phân chia tế bào mạnh của cytokinin tổng hợp, tăng độ dày mô và sinh khối chồi (Girsang & ctv., 2019). Các phụ gia hữu cơ cho đường kính thấp hơn; nước dừa 10% đạt mức cao nhất trong nhóm này (2,59 mm), thể hiện sự hỗ trợ nhất định đối với phát triển mô và độ cứng của chồi, nhưng hoạt tính điều hòa sinh trưởng vẫn kém hơn BAP.

Nước dừa 10% có tác động tích cực đến tăng trưởng đường kính mẫu cấy, song không thể thay thế hoàn toàn cytokinin tổng hợp ở giai đoạn nhân nhanh *in vitro*. Kết quả có CV tương đối cao chỉ ra rằng cần tối ưu thêm sự đồng nhất trong kích thước chồi đầu vào ở các nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của một số vật liệu vô cơ agar, lava đen, lava đỏ, masato và perlite đến khả năng tạo rễ đối với cây cúc cổ Sơn La *in vitro*



Hình 3. Cây cúc cổ Sơn La trên các môi trường thay thế agar bằng các vật liệu vô cơ khác.

Bảng 4. Ảnh hưởng của một số vật liệu vô cơ đến khả năng tạo rễ đối với cây cúc cổ Sơn La *in vitro*

Môi trường	Số rễ (rễ/cây)	Chiều dài rễ (cm)	Tỉ lệ ra rễ (%)
Agar (ĐC)	6,96[a]	7,67[a]	93[a]
Lava đỏ	0,94[c]	1,52[b]	45[c]
Lava đen	2,98[bc]	4,09[b]	69[b]
Masato	4,15[b]	2,48[b]	56[b]
Perlite	4,47[b]	8,45[a]	93[a]
CV (%)	21,9	24,9	26,7
$F_{tính}$	19,9***	28,6***	3,97*

Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê; *: khác biệt ở mức ý nghĩa a = 0,05; ***: sự khác biệt có ý nghĩa với α = 0,001.

Bảng 4 cho thấy giá thể ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng hình thành và phát triển rễ *in vitro* của giống cúc cổ Sơn La. Các mẫu nuôi cấy trên agar và perlite đều đạt tỷ lệ ra rễ cao nhất (93%), cho thấy hai vật liệu này đáp ứng tốt các điều kiện cơ bản cho khởi phát rễ, bao gồm độ ẩm thích hợp và môi trường ổn định cho sự phân chia tế bào rễ (Trigiano & Gray, 2011; Mehbub & ctv., 2022). Tuy nhiên, perlite cho chiều dài rễ lớn hơn có ý nghĩa thống kê so với agar, chứng tỏ vật liệu này không chỉ hỗ trợ hình thành rễ mà còn thúc đẩy hiệu quả sự kéo dài rễ. Điều này có thể liên quan đến cấu trúc xốp, nhẹ và khả năng thoáng khí cao của perlite, giúp tăng cường khuếch tán oxy đến vùng rễ, từ đó cải thiện hô hấp rễ và hoạt động tại chóp rễ (Clapa & Fira, 2008; Clapa & ctv., 2013). Ngược lại, lava đỏ, lava đen và masato với cấu trúc cứng làm giảm mức độ tiếp xúc giữa rễ và môi trường, dẫn đến sự phân bố ẩm và oxy kém đồng đều, qua đó hạn chế sự kéo dài rễ (Jesionek & ctv., 2016). Nhìn chung, kết quả phù hợp với các nghiên cứu trước đây, khẳng định vai trò quyết định của đặc tính vật lý của vật liệu vô cơ, đặc biệt là khả năng thông khí và giữ ẩm, đối với sự phát triển hệ rễ cây cúc *in vitro* (Eisa & ctv., 2022; Chen & ctv., 2024).

Hệ số biến động tương đối cao ở các nghiệm thức dùng vật liệu vô cơ ngoài agar cho thấy mức độ không đồng nhất trong tiếp xúc rễ - giá thể. Mặc dù các sai khác giữa các nghiệm thức vẫn được khẳng định bằng kiểm định thống kê, chứng minh rằng perlite thể hiện ưu thế rõ rệt về chất lượng rễ và có tiềm năng thay thế agar trong giai đoạn tạo rễ, đặc biệt khi hướng đến quy trình vi nhân giống quy mô lớn và chuyển giao vào sản xuất (Hình 3).

Hiệu quả của perlite trong tạo rễ *in vitro* có thể thuận lợi cho việc kết hợp trực tiếp với quy trình ex vitro. Kết quả nghiên cứu góp phần rút ngắn thời gian sản xuất giống trong sản xuất quy mô công nghiệp (Clapa & ctv., 2013).

4. Kết Luận

Môi trường MS bổ sung 1,5 mg/L BAP giúp tăng hệ số nhân chồi và phát triển lá có ý nghĩa thống kê, trong khi nước dừa 10% cải thiện đáng kể chiều cao chồi. Ở giai đoạn tạo rễ, perlite 30 g/bình cho chiều dài rễ vượt trội và tỷ lệ ra rễ

tương đương agar, thể hiện hiệu quả rõ rệt của perlite trong quá trình hình thành rễ. Trên cơ sở đó, perlite được đề nghị sử dụng như vật liệu thay thế agar trong giai đoạn tạo rễ nhằm nâng cao hiệu quả trong sản xuất cây giống *in vitro* cúc cổ Sơn La.

Lời Cam Đoan

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của nhóm tác giả. Dữ liệu và kết quả trình bày trong nghiên cứu này là trung thực và chưa từng được công bố trên bất kỳ tạp chí nào khác. Một phần nghiên cứu đã được công bố dưới dạng tóm tắt và poster tại Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ sinh học 2025 và Hội thảo nghiên cứu khoa học sinh viên 2025.

Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ về cơ sở vật chất để thực hiện nghiên cứu của Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Chen, Q., Gao, K., Pan, B., Wang, Y., Chen, L., Yu, J., Wang, L., Fan, Y., Li, H., & Huang, C. (2024). Construction of optimal regeneration system for *Chrysanthemum* '11-C-2' stem segment with buds. *Plants* 13(17), 2403. https://doi.org/10.3390/plants13172403.

Clapa, D., & Fira, A. (2008). The use of perlite as support in liquid media for the in vitro rooting of some horticultural species. *Bulletin UASVM Horticulture* 65(1), 460-463.

Clapa, D., Fira, A., & Joshee, N. (2013). An efficient ex vitro rooting and acclimatization method for horticultural plants using float hydroculture. *HortScience 48*(9), 1159-1167.

Eisa, E. A., Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Al-Selwey, W. A., & Gururani, M. A. (2022). Chrysanthemum: A comprehensive review on recent developments on *in vitro* regeneration. *Biology* 11(12), 1774. https://doi.org/10.3390/biology11121774.

Firgiyanto, R., Rohman, F., Sjamsijah, N., Prasetyo, H., & Siswadi, E. (2024). *In vitro* growth of different chrysanthemum cultivars on Murashige and Skoog medium modified with some organic additives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1338(1), 012006. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1338/1/012006.

Girsang, R., Armaniar., & Refnizuida. (2019). *In vitro* propagation of *Chrysanthemum* (*Chrysanthemum indicum* L.) with benzyl amino purine and naphthalene acetic acid supplementation. *International Journal of Advanced Research 7*(11), 361-366. https://doi.org/10.21474/IJAR01/10016.

Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). New York, USA: John Wiley and Sons.

Hussain, S., Chang, J., Li, J., Chen, L., Ahmad, S., Song, Z., Zhang, B., & Chen, X. (2025). Multifunctional role of cytokinin in horticultural crops. *International Journal of Molecular Sciences 26*(3), 1037. https://doi.org/10.3390/ijms26031037.

Jesionek, A., Kokotkiewicz, A., Włodarska, P., Filipowicz, N., Bogdan, A., Szreniawa-Sztajnert, A., Zabiegała, B., Buciński, A., & Łuczkiewicz, M. (2016). *In vitro* propagation of Rhododendron tomentosum – an endangered essential oil bearing plant from peatland. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 58(2), 29-43. https://doi.org/10.1515/abcsb-2016-0019.

Khan, A., Bashir, A., Erum, S., Khatak, J. Z. K., & Muhammad, A. (2021). Effects of 6-benzylaminopurine and indole-3-acetic acid on growth and root development of banana explants in micropropagation. *Sarhad Journal of Agriculture 37*(1), 9-13. https://doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.1.9.13.

Mehbub, H., Akter, A., Akter, M. A., Mandal, M. S. H., Hoque, M. A., Tuleja, M., & Mehraj,

H. (2022). Tissue culture in ornamentals: Cultivation factors, propagation techniques, and its application. *Plants* 11(23), 3208. https://doi.org/10.3390/plants11233208.

Nguyen, T. A. (2024). *In vitro mutation induction in Son La ancient chrysanthemum (Chrysanthemum sp. "Cuc Son La")* (Unpublished Bachelor's thesis). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.

Tran, N. C., Chat, N., Y, D. N., Tran, L. Q., & Binh, T. T. K. (2023). Effects of organic extracts on *in vitro* shoot and root formation of *Anoectochilus setaceus* Blume. *Journal of Agriculture and Rural Development* 2, 53-60.

Trigiano, R. N., & Gray, D. J. (Eds.). (2011). *Plant tissue culture, development, and biotechnology*. Florida, USA: CRC Press.

Yong, J. W. H., Ge, L., Ng, Y. F., & Tan, S. N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules 14*(12), 5144-5164. https://doi.org/10.3390/molecules14125144.

Some characteristics of the growth and reproductive biology of *Betta* sp. in Duc Hue district, Long An province

Luong T. Le[*1], Nhan T. Dinh[1], Tin V. Bui[2], Thang T. Le[1,3], Tuan V. Duong[4], & Dung V. Nguyen[4]

[1]Faculty of Fisheries, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2]Duc Hue District Agricultural Extension and Service Center, Long An, Vietnam

[3]Tam Thanh Phat Investment Development and Services Joint Stock Company, Dong Nai, Vietnam

[4]Tay Ninh Province Agricultural Extension and Service Center, Tay Ninh, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: October 13, 2025
Revised: December 15, 2025
Accepted: December 25, 2025

Keywords

Betta sp.
Duc Hue
Growth characteristics
Long An
Reproductive biology

***Corresponding author**

Le The Luong
Email:
luong.lethe@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

The present study investigated the growth characteristics, feeding habits, and reproductive biology of the wild Siamese fighting fish population (*Betta* sp.) distributed in Duc Hue district, Long An province, Vietnam. The study was conducted over four months, covering August - September 2024 (rainy season) and March - April 2025 (dry season), with samples collected once per month. Results indicated that *Betta* sp. was found in all communes of the Duc Hue district except Dong Thanh town, where habitat alteration due to urbanization may have contributed to local population decline or disappearance. The length-weight relationship was established as $W = 0.018\ L^{2.587}$ ($R^2 = 0.878$). The regression coefficient (b = 2.587) was lower than 3, indicating negative allometric growth, suggesting a faster increase in length than in body weight. The mean relative length of the gut (RLG) was 0.42 ± 0.01, confirming its carnivorous feeding habit. Feeding analysis showed active carnivorous behavior, with approximately 80 - 92% of specimens exhibiting stomach fullness levels of ≥ 2. Feeding intensity was significantly higher during the wet season ($\chi^2 = 28.293$, $P = 0.005$). Reproductive indices showed seasonal variation: mean gonadosomatic index (GSI) peaked during the wet season (females: 6.41 - 7.00%; males: 5.04 - 5.06%), indicating higher reproductive readiness in this period. Mean absolute fecundity (AFe) was estimated at 255 ± 29 eggs per female, and mean relative fecundity (RFe) was 531 ± 56 eggs per gram of female body weight. This study provides essential biological baseline data for the management and conservation of *Betta* sp. resources in the local area.

Cited as: Le, L. T., Dinh, N. T., Bui, T. V., Le, T. T., Duong, T. V., & Nguyen, D. V. (2026). Some characteristics of the growth and reproductive biology of *Betta* sp. in Duc Hue district, Long An province. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 43-55.

Một số đặc điểm sinh trưởng và sinh học sinh sản của cá lia thia đồng (*Betta* sp.) ở huyện Đức Huệ, tỉnh Long An

Lê Thế Lương[1*], Đinh Thế Nhân[1], Bùi Văn Tín[2], Lê Thế Thắng[1,3], Dương Văn Tuấn[4] & Nguyễn Văn Dũng[4]

[1]Khoa Thủy Sản, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

[2]Trung Tâm Khuyến Nông và Dịch Vụ Nông Nghiệp Huyện Đức Huệ, Long An

[3]Công Ty Cổ Phần Đầu Tư Phát Triển và Dịch Vụ Tam Thành Phát, Đồng Nai

[4]Trung Tâm Khuyến Nông và Dịch Vụ Nông Nghiệp Tỉnh Tây Ninh, Tây Ninh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 13/10/2025
Ngày chỉnh sửa: 15/12/2025
Ngày chấp nhận: 25/12/2025

Từ khóa

Cá lia thia đồng
Đức Huệ
Long An
Sinh học sinh sản
Sinh trưởng

***Tác giả liên hệ**

Lê Thế Lương
Email:
luong.lethe@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định một số đặc điểm sinh trưởng, tính ăn và sinh học sinh sản của quần thể cá lia thia đồng (*Betta* sp.) phân bố tự nhiên tại huyện Đức Huệ, tỉnh Long An. Nghiên cứu được tiến hành trong 04 tháng (tháng 8 - 9 năm 2024 đại diện mùa mưa và tháng 3 - 4 năm 2025 đại diện mùa khô), với tần suất thu mẫu 1 tháng/lần. Kết quả cho thấy cá lia thia đồng có phân bố ở tất cả các xã trên địa bàn huyện Đức Huệ, tỉnh Long An, trừ thị trấn Đông Thành do quá trình đô thị hóa. Phân tích tương quan giữa chiều dài và khối lượng cho kết quả $W = 0{,}018L^{2{,}587}$, mối tương quan thuận rất chặt chẽ với hệ số tương quan $R^2 = 0{,}878$. Hệ số b=2,587 nhỏ hơn 3, chỉ ra sự sinh trưởng dị hình âm tính, ưu tiên tăng trưởng về chiều dài hơn khối lượng. Chỉ số tương quan chiều dài ruột và chiều dài thân (RLG) trung bình là 0,42 ± 0,01, xác nhận cá lia thia đồng là loài ăn động vật. Phân tích độ no cho thấy cường độ bắt mồi tích cực, với 80 - 92% mẫu cá đạt bậc độ no ≥ 2, và cường độ bắt mồi cao hơn có ý nghĩa thống kê vào mùa mưa ($\chi 2 = 28{,}293$, $P = 0{,}005$). Chỉ số thành thục sinh dục (GSI) có xu hướng cao hơn vào mùa mưa (cá cái: 6,41 - 7,00%; cá đực: 5,04 - 5,06%), cho thấy mức độ thành thục sinh dục tăng trong giai đoạn này. Sức sinh sản tuyệt đối (AFe) trung bình là 255 ± 29 trứng/cá cái và sức sinh sản tương đối (RFe) là 531 ± 56 trứng/g cá cái. Nghiên cứu cung cấp dữ liệu sinh học cơ bản quan trọng, làm cơ sở cho các đề xuất quản lý và bảo tồn nguồn lợi cá lia thia đồng tại địa phương.

1. Giới Thiệu

Cá lia thia đồng (*Betta* sp.) là loài cá bản địa, phân bố rộng rãi trong các thủy vực nước ngọt thuộc khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long, đặc biệt là các vùng trũng thấp, nhiễm phèn của huyện Đức Huệ, tỉnh Long An cũ, nay là xã Đức Huệ, xã Đông Thành và xã Mỹ Quý, tỉnh Tây Ninh. Loài cá này có vai trò quan trọng về mặt kinh tế địa phương, là nguyên liệu chính để chế biến mắm chua cá lia thia, một đặc sản được thị trường ưa chuộng. Ngoài ra, cá lia thia còn có tiềm năng làm cá cảnh do màu sắc và ngoại hình đặc trưng. Hiện nay, hoạt động khai thác cá lia thia ngoài tự nhiên tại khu vực này đang diễn ra liên tục để đáp ứng nhu cầu thị trường, dẫn đến lo ngại về sự suy giảm nguồn lợi tự nhiên. Việc quản lý và bảo tồn hiệu quả đòi hỏi phải có dữ liệu sinh học nền tảng, nhưng các nghiên cứu chuyên sâu về sinh thái phân bố, đặc điểm sinh trưởng và sinh học sinh sản của quần thể cá lia thia đồng tại huyện Đức Huệ còn hạn chế. Huyện Đức Huệ, tỉnh Long An là một huyện nằm ở phía Đông Bắc tỉnh Long An, có diện tích tự nhiên là 43.092,4 ha. Khí hậu nơi đây mang tính chất đặc trưng nhiệt đới gió mùa với nền nhiệt cao đều quanh năm, ánh sáng dồi dào, lượng mưa khá lớn và phân bố theo mùa. Nhiệt độ trung bình năm ở đây là 26,8°C; Sông rạch chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều cửa biển Đông và các nguồn nước thượng nguồn đổ về sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây; Tài nguyên đất đai toàn huyện có 3 nhóm đất bao gồm nhóm đất phù sa nhiễm phèn chiếm 7,11%, nhóm đất xám chiếm 36,02% và nhóm đất phèn chiếm 55,75% tổng diện tích tự nhiên làm cho pH đất và nước có xu hướng thấp, tạo nên môi trường sống đặc thù. Cá lia thia nói chung và cá lia thia đồng nói riêng có cơ quan hô hấp phụ (cơ quan mê lộ), cho phép chúng hấp thụ oxy từ không khí và thích nghi tốt trong điều kiện oxy hòa tan thấp. Bên cạnh đó, chúng có khả năng điều hòa nội môi hiệu quả, giúp giảm tác động bất lợi của môi trường nước có pH thấp. Các thủy vực có pH thấp thường là vùng nước tĩnh hoặc chảy chậm, nghèo oxy, khiến nhiều loài cá khác khó tồn tại; vì vậy, cá lia thia đồng ít chịu áp lực cạnh tranh về thức ăn và không gian sống. Những điều kiện này tạo nên môi trường lý tưởng cho sự tồn tại và phát triển của quần thể cá lia thia đồng hoang dã tại huyện Đức Huệ

Để cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học, góp phần bảo tồn, quản lý và phát triển bền vững nguồn lợi, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu: (1) Xác định mối quan hệ chiều dài - khối lượng và kiểu sinh trưởng; (2) Đánh giá tính ăn và cường độ bắt mồi; và (3) Xác định sức sinh sản của cá lia thia đồng (*Betta* sp.) tại huyện Đức Huệ, tỉnh Long An.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

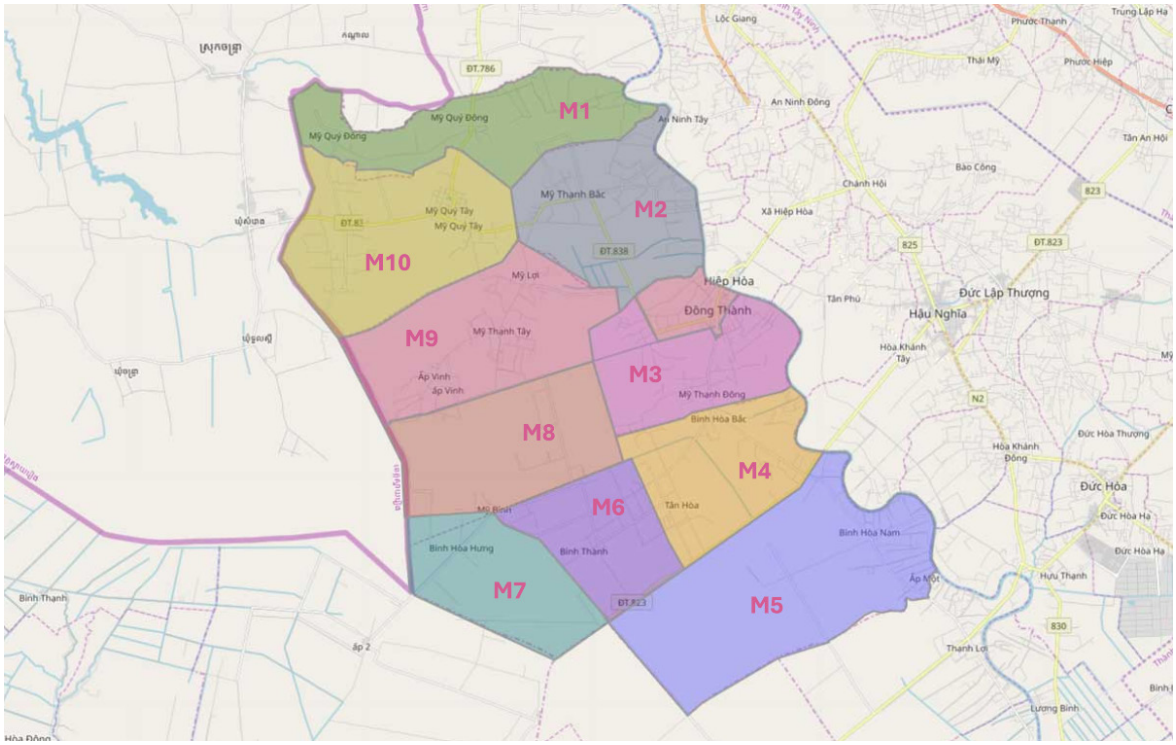
2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên đối tượng cá lia thia đồng (*Betta* sp.) phân bố trong điều kiện tự nhiên trên địa bàn huyện Đức Huệ, tỉnh Long An (Hình 1).

2.2. Phương pháp thu mẫu

Cá được thu bằng rổ tre truyền thống (đường kính 60 - 70 cm, mắt lưới 3 - 5 mm) qua hình thức thuê ngư dân địa phương.

Khảo sát được tiến hành trong 04 tháng (tháng 8 - 9 năm 2024 đại diện mùa mưa và tháng 3 - 4 năm 2025 đại diện mùa khô), với tần suất thu mẫu 1 tháng/lần. Tổng cộng 15 điểm thu mẫu được bố trí trên 10 vùng khảo sát, với số điểm ở mỗi vùng được phân bổ theo diện tích vùng khảo sát. Mỗi đợt thu từ 20 - 30 cá thể/điểm, đảm bảo tổng số mẫu thu được tối thiểu là 400 cá thể/đợt để phân tích sinh học. Cá sau khi thu được vận chuyển về phòng thí nghiệm. Các chỉ tiêu sinh học được xác định trên mẫu tươi hoặc mẫu đã được cố định bằng dung dịch formol 5% (cho phân tích tính ăn).



Hình 1. Sơ đồ các vùng khảo sát cá lia thia đồng ở huyện Đức Huệ, tỉnh Long An. (M1: xã Mỹ Quý Đông, M2: xã Mỹ Thạnh Bắc, M3: xã Mỹ Thạnh Đông, M4: xã Bình Hòa Bắc; M5: xã Bình Hòa Nam, M6: xã Bình Thành; M7: xã Bình Hòa Hưng; M8: xã Mỹ Bình; M9: xã Mỹ Thạnh Tây; M10: xã Mỹ Quý Tây).

2.3. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích

2.3.1. Phương pháp xác định chiều dài và khối lượng cá

Chiều dài và khối lượng cá được xác định theo phương pháp của Pham & Tran (2004).

Khối lượng cá được xác định bằng cân điện tử có độ chính xác 0,0001 g.

Trước khi đo chiều dài, cá được gây mê bằng MS-222 với liều lượng theo khuyến cáo của nhà sản xuất, đặt cá đã mê hoàn toàn lên đĩa petri và đo bằng thước kẹp điện tử có độ chính xác 0,01 mm.

2.3.2. Phương pháp xác định tương quan về chiều dài - khối lượng

Mối quan hệ giữa chiều dài và khối lượng cá được xác định theo công thức của Huxley (1924): $W = aL^b$.

Trong đó, W: khối lượng cơ thể (g); L: chiều dài toàn thân (mm); a: hằng số tăng trưởng ban đầu; b: hệ số tăng trưởng.

Hệ số b được xác định thông qua hàm Power Trendline của mô hình hồi quy tuyến tính hóa $\ln(W) = \ln(a) + b\ln(L)$. Kiểu tăng trưởng được xác định: $b \approx 3$ (đồng nhất), $b > 3$ (dị hình dương), $b < 3$ (dị hình âm).

2.3.3. Phương pháp xác định tính ăn và sự ăn mồi (RLG)

Tính ăn của cá được xác định dựa trên chỉ số tương quan giữa chiều dài ruột (Lr) và chiều dài toàn thân (Lt) theo công thức của Nikolsky (1963):

RLG = Lr/Lt

Trong đó: Lr: Chiều dài ruột (mm); Lt: Chiều dài toàn thân (mm);

Theo Nikolsky (1963), giá trị chỉ số RLG phân biệt tính ăn của cá như sau: RLG < 1: cá ăn động vật; 1 ≤ RLG ≤ 3: cá ăn tạp; RLG > 3: cá ăn thực vật.

Trong nghiên cứu, mẫu cá lia thia đồng được thu thập và xác định chiều dài ruột, chiều dài toàn thân nhằm tính toán chỉ số RLG.

2.3.4. Phương pháp xác định độ no

Sau khi thu mẫu ngoài thực địa, cá lia thia (*Betta* sp.) được cố định ngay trong dung dịch formol 5% nhằm bảo quản cấu trúc tiêu hóa và tránh phân hủy mẫu. Mẫu cá sau đó được vận chuyển về phòng thí nghiệm để tiến hành phân tích.

Độ no: Thể hiện mức độ bắt mồi của cá, được xác định dựa trên lượng thức ăn có trong dạ dày và ruột, theo thang 5 bậc của Lebedev (1946) với các mức từ 0 đến 4. Cụ thể, các mức độ no được mô tả như Bảng 1.

Bảng 1. Thang phân loại độ no của cá[1]

Bậc độ no	Mô tả
0	Ruột không có thức ăn.
1	Trong ruột xuất hiện một ít thức ăn, thành ruột không căng ra và mờ đục. Trong dạ dày có thể trống.
2	Thức ăn chiếm khoảng 1/2 chiều dài ruột, dạ dày hơi phình to, thành dạ dày không trong suốt.
3	Thức ăn chiếm khoảng 3/4 chiều dài ruột, thành dạ dày căng ra và có thể bó chặt lại như một chiếc kẹp.
4	Ruột đầy thức ăn, thành dạ dày trong suốt, không còn tình trạng bó chặt lại như một chiếc kẹp.

[1]*Lebedev (1946).*

Việc phân loại độ no được thực hiện bằng phương pháp mổ bụng cá và quan sát trực tiếp dưới kính lúp. Kết quả được ghi nhận theo từng cá thể và tổng hợp theo từng tháng khảo sát.

2.3.5 Phương pháp xác định hệ số thành thục (gonadosomatic index, GSI, %)

Trong đó: GW: Khối lượng tuyến sinh dục (g); BW: Khối lượng cá bỏ nội quan (g)

2.3.6. Phương pháp xác định sức sinh sản tuyệt đối (absolute fecundity, AFe)

Sức sinh sản tuyệt đối là tổng số trứng theo lý thuyết có trong buồng trứng của một cá thể cái, được tính theo công thức của Banegal (1967):

$$\text{AFe (trứng)} = \frac{n \times O}{S}$$

Trong đó: O (g): khối lượng buồng trứng; S (g): khối lượng 3 mẫu (đầu, giữa và cuối buồng trứng) được lấy ra đếm trứng; n: số lượng trứng có trong 3 mẫu.

2.3.7. Phương pháp xác định sức sinh sản tương đối (relative fecundity, RFe)

Sức sinh sản tương đối là số lượng trứng trên một đơn vị khối lượng cá.

RFe (trứng/gam cá cái) = AFe/W

Trong đó: RFe: Sức sinh sản tương đối (trứng/gam cá cái); AFe: Sức sinh sản tuyệt đối (trứng); W: Khối lượng thân cá cái (gam).

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được tính toán và phân tích bằng phần mềm Microsoft Excel 2016. Các giá trị được trình bày dưới dạng Trung bình ± Sai số chuẩn (TB ± SE). Phân tích mối quan hệ giữa chiều dài và khối lượng sử dụng hồi quy lũy thừa. Phân tích sự khác biệt về phân bố độ no giữa các tháng được thực hiện bằng phép kiểm định Chi-square ($\chi 2$) với mức ý nghĩa $P < 0,05$.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Kết quả khảo sát

Cá lia thia đồng (*Betta* sp.) được tìm thấy ở tất cả 8 xã khảo sát, ngoại trừ khu vực thị trấn Đông Thành do quá trình đô thị hóa.



Hình 2. Cá lia thia đồng. A: cá đực; B: cá cái.

Cá có sự khác biệt rõ rệt về hình thái giới tính (Hình 2): Cá đực có màu sắc sặc sỡ hơn, vảy có ánh kim, viền đỏ ở các vây. Cá cái có màu nâu nhạt, vảy không ánh kim, và viền vây nhạt màu.

3.2. Tương quan giữa chiều dài và khối lượng

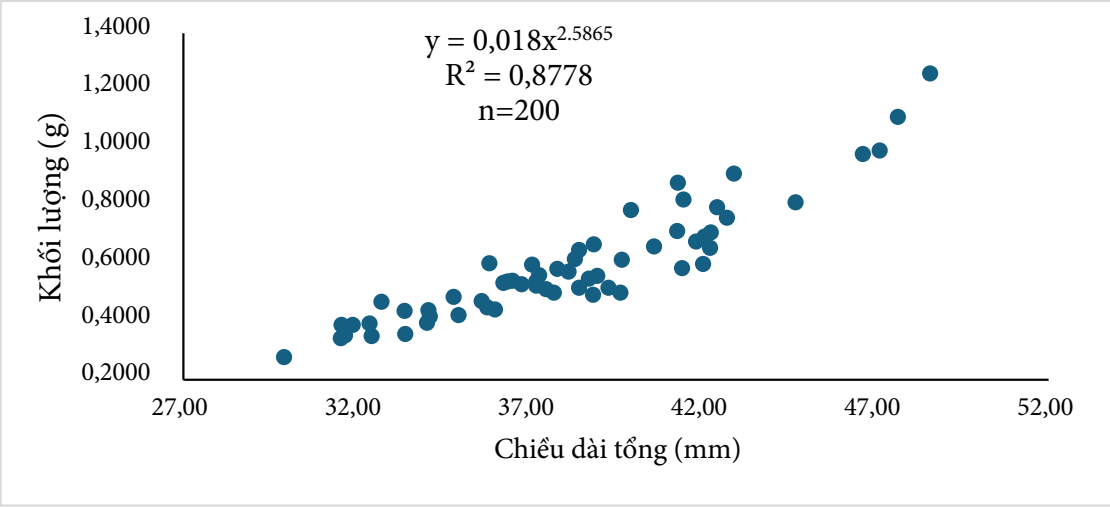
Kết quả về chiều dài và khối lượng thân của cá lia thia đồng qua các tháng nghiên cứu được thể hiện qua Bảng 2.

Bảng 2. Chiều dài và khối lượng cá lia thia đồng qua các tháng nghiên cứu (TB ± SE)

Tháng nghiên cứu	Chiều dài (mm)	Khối lượng (g)
8/2024	38,03 ± 0,92	0,56 ± 0,04
9/2024	40,64 ± 1,46	0,73 ± 0,07
3/2025	35,37 ± 0,58	0,50 ± 0,03
4/2025	38,60 ± 0,90	0,58 ± 0,03

Mối tương quan giữa chiều dài và khối lượng cơ thể là một chỉ số sinh học quan trọng, thường được sử dụng để đánh giá tình trạng sinh trưởng và sức khỏe của quần thể cá trong tự nhiên (Huxley, 1924). Phân tích dữ liệu cho thấy mối quan hệ giữa chiều dài và khối lượng của cá lia thia đồng phân bố trong môi trường tự nhiên tại huyện Đức Huệ, tỉnh Long An được mô hình

hóa bởi phương trình: $W = 0{,}018L^{2{,}587}$. Mối tương quan là thuận và rất chặt chẽ với hệ số tương quan $R^2 = 0{,}878$. Kết quả phân tích cho thấy hệ số b = 2,587 (< 3), phản ánh kiểu sinh trưởng dị hình âm tính, tức là cá tăng chiều dài nhanh hơn khối lượng (Hình 3). Kết quả của chúng tôi tương đương với kết quả của Dedi & ctv. (2019) với hệ số b < 3. Sinh trưởng dị hình âm tính là đặc điểm phổ biến ở các loài cá nhỏ, sống trong môi trường tự nhiên có tính biến động cao, nơi mà việc tăng nhanh về chiều dài ở giai đoạn đầu đời giúp cá tránh khỏi áp lực săn mồi hoặc tăng cơ hội cạnh tranh thức ăn. Sau khi đạt đến độ tuổi thành thục sinh dục, cá mới bắt đầu ưu tiên tích lũy khối lượng để chuẩn bị cho sinh sản (Mai & ctv., 1979).



Hình 3. Tương quan giữa chiều dài và khối lượng cơ thể cá lia thia đồng.

Theo Froese (2006), sinh trưởng dị hình âm tính thường là đặc điểm thích nghi của cá sống trong môi trường tự nhiên có mật độ cao, nguồn thức ăn hạn chế hoặc áp lực săn mồi lớn. Tại địa phương, loài cá này được khai thác bằng cách sử dụng một loại rổ chuyên dụng, loại rổ này được làm bằng tre đan, đường kính rổ 60 - 70 cm, rổ có mắt lưới đều nhau, độ rộng mắt lưới rổ 3 - 5 mm, với mục đích chỉ thu cá trưởng thành với chiều dài > 3 cm, không thu cá nhỏ nhằm duy trì và bảo tồn giống cá này tại địa phương và phù hợp với mục đích thương mại là làm mắm chua. Phương pháp thu mẫu cũng ảnh hưởng đến kết quả, với phương pháp thu mẫu nói trên, chủ yếu thu được cá trưởng thành, nên thiếu hụt các nhóm cá con có thể dẫn đến sai lệch trong phân bố số liệu, đặc biệt là ở phân khúc cá có kích thước nhỏ. Điều này có thể làm giảm độ chính xác của ước lượng tham số b, đồng thời chưa phản ánh đầy đủ đặc điểm tăng trưởng toàn bộ vòng đời của loài. Ngoài ra, Bui & ctv. (1985) cho rằng mỗi giai đoạn khác nhau thì cá có tốc độ tăng trưởng khác nhau và tốc độ tăng trưởng của cá phụ thuộc vào điều kiện sống như chất lượng môi trường sống, thức ăn, mùa vụ, giới tính,… nên ở cùng mức chiều dài thì khối lượng của cá cũng khác nhau. Kết quả của nghiên cứu này đúng với nhận định trên. Việc xác định được mối quan hệ chiều dài - khối lượng với hệ số b < 3 không chỉ phản ánh đặc điểm sinh học tự nhiên, mà còn có thể là dấu hiệu sớm của tình trạng kém dinh dưỡng hoặc áp lực môi trường nếu xu hướng này duy trì liên tục trong nhiều mùa vụ. Các yếu tố như thiếu hụt nguồn thức ăn tự nhiên, thay đổi chu kỳ nước, ô nhiễm,… đều có thể làm chậm quá trình tích lũy khối lượng

của cá. Với đặc trưng của huyện Đức Huệ là môi trường đầm lầy, kênh rạch nhỏ, trũng thấp, việc tăng nhanh chiều dài là một lợi thế tiến hóa. Chiều dài lớn hơn ở giai đoạn sớm giúp cá trốn tránh kẻ săn mồi tốt hơn trong thảm thực vật dày đặc, hoặc di chuyển hiệu quả hơn khi mực nước thay đổi. Ngoài ra, môi trường phèn và sự biến động mực nước theo mùa ở nơi đây có thể làm nguồn thức ăn (động vật phù du, ấu trùng) bị phân tán hoặc gián đoạn. Cá phải dành nhiều năng lượng hơn cho việc tìm kiếm thức ăn và duy trì sinh lý trong điều kiện pH không tối ưu, khiến năng lượng tích lũy dưới dạng khối lượng bị hạn chế, dẫn đến b < 3.

3.3. Tính ăn và cường độ bắt mồi

3.3.1. Chỉ số RLG và tính ăn

Chỉ số RLG của cá lia thia đồng trong quá trình nghiên cứu được thể hiện qua Bảng 3.

Bảng 3. Chỉ số RLG của cá lia thia đồng (TB ± SE)

Nhóm chiều dài	Chiều dài tổng (mm)	Chiều dài ruột (mm)	RLG
Nhóm < 30 mm	29,35 ± 0,55	11,62 ± 1,07	0,40 ± 0,03
Nhóm 30 - 40 mm	36,09 ± 0,41	14,94 ± 0,41	0,41 ± 0,01
Nhóm > 40 mm	43,27 ± 0,59	18,20 ± 0,60	0,42 ± 0,01
Trung bình	38,18 ± 0,56	15,90 ± 0,39	0,42 ± 0,01

RLG: Chỉ số tương quan chiều dài ruột và chiều dài thân.

Trong nghiên cứu này, tỉ lệ giữa ruột và chiều dài thân cá lia thia đồng đạt từ 29,27% đến 58,10%, RLG trung bình là 0,42 ± 0,01, giá trị RLG nhỏ hơn 1 cho thấy cá lia thia đồng có hệ tiêu hóa ngắn, đặc trưng cho l oài ăn động vật (Nikolsky, 1963). Cấu trúc ruột ngắn, cuộn nếp trong xoang bụng giúp cá tiêu hóa nhanh các loại thức ăn giàu protein động vật và tối ưu hóa khả năng hấp thu dinh dưỡng (Hình 4). Thói quen ăn động vật phù hợp với đặc điểm sinh thái của vùng đất ngập nước Đức Huệ, nơi có nhiều động vật không xương sống nhỏ.



Hình 4. A: Ruột cá bên trong xoang bụng, B: Ruột cá được kéo thẳng.

Nghiên cứu của Raja (2009) trên cá *Betta splendens* cũng cho thấy tập tính ăn động vật với thời gian bắt mồi nhanh và tỷ lệ săn mồi cao, tương đồng với chỉ số RLG thấp. Ngoài ra, như đã đề cập ở trên, do ảnh hưởng bởi phương pháp thu mẫu, nên kết quả nghiên cứu này thể hiện giá trị về tính ăn của cá lia thia đồng ở nhóm cá trưởng thành, để có các kết quả về tính ăn cho cá lia thia đồng giai đoạn cá nhỏ hơn cần thực hiện các nghiên cứu tiếp theo để xác định rõ hơn. Việc xác định tính ăn và sự ăn mồi thông qua chỉ số RLG là cơ sở khoa học quan trọng để đánh giá nguồn thức ăn và sinh thái dinh dưỡng của cá lia thia đồng, góp phần xây dựng các mô hình nuôi hoặc bảo tồn thích hợp, đồng thời là tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn về dinh dưỡng và sinh lý tiêu hóa của loài này.

3.3.2. Cường độ bắt mồi (độ no) của cá

Kết quả phân bố tần suất độ no của cá lia thia đồng tại huyện Đức Huệ, tỉnh Long An trong mùa mưa (tháng 8 - 9 năm 2024) và mùa khô (tháng 3 - 4 năm 2025) được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Tần suất độ no theo các bậc độ no qua các mùa nghiên cứu

Mùa khảo sát	Bậc độ no 0	Bậc độ no 1	Bậc độ no 2	Bậc độ no 3	Bậc độ no 4	Tổng số mẫu
Mùa mưa (tháng 8 - 9 năm 2024)	16 (4%)	28 (7%)	216 (54%)	106 (26,5)	34 (8,5)	400
Mùa khô (tháng 3 - 4 năm 2025)	34 (8,5%)	56 (14%)	178 (44,5%)	118 (29,5%)	14 (3,5%)	400

Ghi chú: Độ no được đánh giá theo thang 5 bậc dựa theo Lebedev (1946).

Bảng 4 cho thấy phần lớn mẫu cá có độ no tập trung ở bậc 2 và 3 (chiếm ~70 - 80% tổng mẫu). Mùa mưa: Tỷ lệ cá có độ no ≥ bậc 2 đạt 89%. Mùa khô: Tỷ lệ cá có độ no ≥ bậc 2 giảm còn 77,5%. Kiểm định Chi-square xác nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê trong phân bố độ no giữa các tháng khảo sát (Pearson $\chi2 = 28,293$, df = 12, $P = 0,005$). Điều này cho thấy cá lia thia bắt mồi mạnh trong điều kiện thời tiết ẩm, mực nước dâng cao, và nguồn thức ăn tự nhiên dồi dào. Mùa mưa tại Đức Huệ đi kèm với sự gia tăng lượng mưa làm cho độ ẩm, mực nước cao, ngập lụt, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của nguồn thức ăn tự nhiên như ấu trùng côn trùng, giáp xác nhỏ và sinh vật phù du - vốn là khẩu phần chính của cá lia thia. Ngoài ra, thảm thực vật thủy sinh phát triển mạnh trong mùa mưa cũng góp phần tạo nơi cư trú và cung cấp nguồn thức ăn đa dạng hơn cho cá. Ngược lại, vào mùa khô, tỷ lệ cá có độ no cao có xu hướng giảm, điều này cho thấy điều kiện môi trường trong mùa khô - như nhiệt độ cao hơn, mực nước thấp, và sự khan hiếm thức ăn - có thể hạn chế khả năng kiếm ăn của cá. Ngoài ra, mật độ cá gia tăng trong các thủy vực bị thu hẹp cũng có thể làm gia tăng cạnh tranh thức ăn, căng thẳng ảnh hưởng đến mức độ no. Sự thay đổi này cho thấy điều kiện môi trường theo mùa có ảnh hưởng đáng kể đến hành vi dinh dưỡng và khả năng kiếm ăn của cá lia thia trong tự nhiên. Do đó, mùa vụ là một yếu tố cần được cân nhắc trong các chương trình quản lý, bảo tồn hoặc khai thác loài cá này. Kết quả này phù hợp với sinh học của chi *Betta* nói chung, vốn là các loài cá săn mồi, chủ yếu ăn các loài động vật không xương sống nhỏ như ấu trùng côn trùng, giáp xác, trùn chỉ,... Tập tính

ăn động vật khẳng định vai trò của cá lia thia trong chuỗi thức ăn, kiểm soát một số loài sinh vật gây hại như ấu trùng muỗi,… Đây là cơ sở quan trọng cho việc xây dựng khẩu phần ăn giàu protein trong nuôi thương phẩm.

3.4. Đặc điểm sinh học sinh sản

3.4.1 Hệ số thành thục sinh dục (GSI)

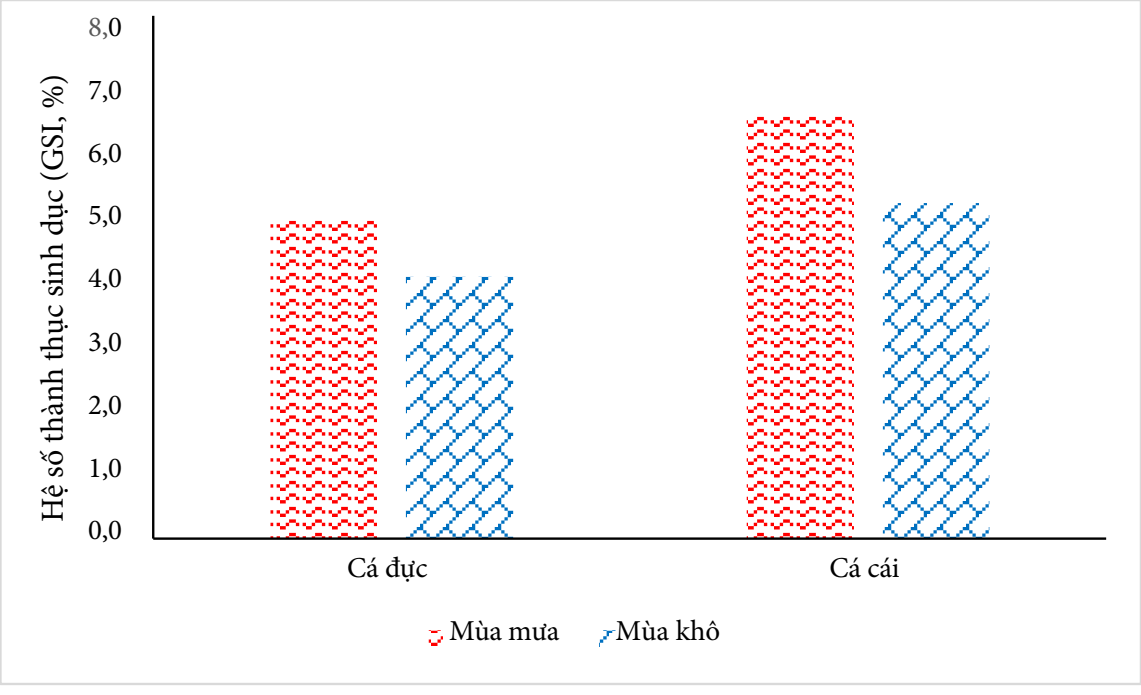
Hệ số thành thục sinh dục của cá lia thia đồng qua các tháng nghiên cứu được thể hiện qua Bảng 5 và Hình 5.

Bảng 5. Hệ số thành thục sinh dục cá lia thia đồng qua các tháng nghiên cứu

Tháng	Cá đực				Cá cái			
	W (mg)	W_0 (mg)	Wsd (mg)	GSI (%)	W (mg)	W_0 (mg)	Wsd (mg)	GSI (%)
08/2024	647,77 ± 56,92	601,30 ± 56,50	30,43 ± 2,92	5,06 ± 0,02	484,2 ± 41,83	433,41 ± 40,62	27,53 ± 2,27	6,41 ± 0,12
09/2024	937,55 ± 67,56	876,35 ± 63,79	44,18 ± 3,31	5,04 ± 0,02	491,57 ± 38,16	423,37 ± 39,16	29,63 ± 2,77	7,00 ± 0,08
03/2025	521,45 ± 50,10	439,58 ± 44,38	17,83 ± 1,79	4,06 ± 0,01	462,28 ± 27,25	399,6 ± 31,59	20,45 ± 1,56	5,13 ± 0,03
04/2025	622,31 ± 58,50	548,9 ± 60,36	23,2 ± 2,38	4,26 ± 0,06	572,83 ± 28,74	514,47 ± 25,34	28,31 ± 0,86	5,54 ± 0,17

Ghi chú: W: Khối lượng trung bình; W_0: Khối lượng cá bỏ nội quan; Wsd: Khối lượng tuyến sinh dục; GSI: Hệ số thành thục sinh dục.

Bảng 5 cho thấy hệ số thành thục sinh dục của cá lia thia đồng cao hơn vào mùa mưa ở cả cá đực và cá cái, và thấp hơn ở mùa khô.



Hình 5. Hệ số thành thục sinh dục cá lia thia đồng qua các mùa nghiên cứu.

Trong nghiên cứu này, mặc dù khảo sát được thực hiện ở cả mùa mưa và mùa khô, tuy nhiên do thời gian khảo sát ngắn, mỗi mùa chỉ chọn 2 tháng làm đại diện, ngoài ra do ảnh hưởng của phương pháp thu mẫu nên mẫu cá thu được đều là cá ở nhóm trưởng thành. Kết quả ghi nhận được cá lia thia đồng có xu hướng thành thục sinh dục tốt hơn vào mùa mưa, điều đó được thể hiện ở hệ số thành thục sinh dục GSI ở mùa mưa cao hơn so với mùa khô. Qua các tháng khảo sát, cá cái đều có hệ số GSI cao hơn so với cá đực, ngoài ra ở các tháng khảo sát trong cùng một mùa (mùa mưa - mùa khô) cũng có sự sai khác. Điều này đúng với nhận định của Nguyen (2004), đối với các loài cá nước ngọt ở Đồng bằng Sông Cửu Long từ tháng 11 năm trước đến tháng 1 năm sau là khoảng thời gian cá tích lũy dinh dưỡng, độ béo tăng và khoảng thời gian tháng 2 - 6 trong năm cá sẽ thành thục sinh dục. Hệ số thành thục sinh dục của cá phản ánh sự biến đổi sinh lý trong quá trình phát triển tuyến sinh dục và thường chịu tác động đồng thời của điều kiện môi trường, dinh dưỡng cũng như mùa vụ sinh sản. Mức độ biến thiên của chỉ số này khác nhau giữa các loài, tùy thuộc vào đặc điểm sinh học và chu kỳ sinh sản riêng của từng loài. Cá lia thia có hệ số thành thục cao hơn vào mùa mưa là điều dễ hiểu, điều này gắn liền với tập tính sinh sản và sự thay đổi thức ăn có trong môi trường tự nhiên, vào mùa mưa, thức ăn tự nhiên dồi dào, thuận lợi cho việc sinh sản và chăm sóc con non. Việc tìm thấy hệ số thành thục sinh dục cao của cá lia thia ở cả 2 mùa khảo sát có thể là do chúng là loài sinh sản nhiều lần trong năm. Theo quan sát, vào những tháng cuối mùa khô, cá lia thia có hành vi sinh sản ở những nơi có môi trường thuận lợi, và vào mùa mưa, cá sinh sản rất nhiều. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi có sự sai khác so với kết quả nghiên cứu của Eri & ctv. (2021). Trong đó hệ số thành thục sinh dục mà chúng tôi ghi nhận được ở cá đực cao hơn so với kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả, hệ số thành thục ở cá cái trên khảo sát của chung tôi lại có xu hướng thấp hơn. Điều này có thể do nhiều nguyên nhân, khảo sát của chúng tôi thực hiện trên cá lia thia phân bố trong điều kiện tự nhiên, trong khi đó nhóm tác giả ghi nhận kết quả trong điều kiện nuôi nhân tạo, ngoài ra do ảnh hưởng của phương pháp thu mẫu và thời gian thu mẫu, do đó kết quả nghiên cứu của chúng tôi chỉ mới đại diện cho một nhóm cá lia thia. Ngoài ra, theo Pham & ctv. (2014) cho rằng hệ số thành thục sinh dục bị hạn chế do tính khối lượng toàn thân cá (gồm cả ống tiêu hóa và thức ăn trong đó) nên hệ số thành thục sinh dục bị thay đổi theo độ no của chúng cũng là điều dễ hiểu.

3.4.2. Sức sinh sản

Sức sinh sản của cá lia thia đồng được thể hiện qua Bảng 6.

Bảng 6. Sức sinh sản của cá lia thia đồng

STT	Thông số	Giá trị (TB ± SE)
1	Chiều dài tổng (mm)	35,24 ± 0,534
2	Khối lượng cá (g)	0,49 ± 0,024
3	Khối lượng buồng trứng (g)	0,03 ± 0,005
4	Khối lượng 3 mẫu (g)	0,04 ± 0,022
5	Số trứng có trong 3 mẫu (trứng)	151,00 ± 21,00
6	Sức sinh sản tuyệt đối (trứng/cá cái)	255,00 ± 29,00
7	Sức sinh sản tương đối (trứng/g cá cái)	531,00 ± 56,00

Bảng 6 cho thấy sức sinh sản tuyệt đối là 255 ± 29 trứng/cá cái, tương ứng với khối lượng cá là 0,49 ± 0,024 gam. Sức sinh sản tương đối là 531 ± 56 trứng/g cá cái, tương ứng với khối lượng cá sau khi bỏ nội quan là 0,43 ± 0,025 g. Khối lượng buồng trứng trung bình trong nghiên cứu này là 0,03 ± 0,005 g. Kết quả này thấp hơn so với một số loài cá cảnh nhỏ cùng chi như *Betta splendens* (Abarna, 2020), có kết quả sức sinh sản từ 605 - 824 trứng, tương ứng với khối lượng cá là 1,702 - 1,796 g. Khối lượng cá của nhóm tác giả cao hơn so với khối lượng cá trong nghiên cứu này. Theo Banegal (1967), sức sinh sản tuyệt đối có xu hướng tăng theo kích thước và khối lượng cá cái nên sự sai khác về các kết quả nói trên là đúng theo quy luật tự nhiên. Khối lượng buồng trứng trung bình thấp (khoảng 0,03 g) phản ánh đặc điểm sinh học của loài cá nhỏ, có buồng trứng nhỏ nhưng sản xuất nhiều trứng nhỏ, giúp tăng cơ hội sinh sản trong môi trường nước ngọt đặc trưng của vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Đức Huệ, tỉnh Long An là nơi có môi trường nước phèn, mực nước biến động theo mùa và áp lực khai thác/cạnh tranh cao. Do đó, cá lia thia đồng ở nơi đây sinh sản ít trứng, kích thước trứng lớn và chăm sóc con nhằm thích nghi tối ưu với môi trường sống, tối đa hóa khả năng sinh tồn trong một hệ sinh thái đặc trưng. Theo Pianka (1970), các loài sinh vật chiến lược K thường đầu tư năng lượng cho sự phát triển, sinh tồn và chăm sóc con non hơn là tăng số lượng con cái. Ở cá lia thia, hiện tượng này thể hiện rõ qua số lượng trứng ít, và hành vi cá đực tạo tổ bọt, bảo vệ tổ và trứng sau khi sinh sản; Việc làm tổ bọt giúp bảo vệ trứng khỏi sự thay đổi đột ngột của các yếu tố môi trường (như pH hay DO dao động trong nước phèn) và ngăn chặn nấm mốc hoặc cá ăn trứng,... Cá đực dành thời gian để bảo vệ trứng và con non, đảm bảo tỷ lệ sống sót cao cho một số lượng trứng ít ỏi, tối ưu hóa năng lượng trong điều kiện nguồn lợi không dồi dào như các loài đẻ trứng phân tán.

4. Kết Luận và Kiến Nghị

Kết Luận

Nghiên cứu đã làm rõ một số đặc điểm sinh trưởng, tính ăn và sinh học sinh sản của quần thể cá lia thia đồng (*Betta* sp.) phân bố tự nhiên tại huyện Đức Huệ, tỉnh Long An. Cá được ghi nhận xuất hiện ở hầu hết các xã trong huyện, ngoại trừ thị trấn Đông Thành, nơi điều kiện sinh cảnh đã bị suy giảm do tác động của quá trình đô thị hóa.

Cá lia thia đồng thể hiện mối tương quan thuận chặt chẽ giữa chiều dài và khối lượng (R^2 = 0,878) với dạng sinh trưởng dị hình âm tính. Chỉ số RLG (0,42 ± 0,01) cùng kết quả phân tích độ no cho thấy loài có tập tính ăn động vật và bắt mồi tích cực.

Các chỉ tiêu sinh học sinh sản cho thấy hoạt động sinh sản của cá diễn ra mạnh vào mùa mưa, thể hiện qua mức GSI cao hơn ở cả cá đực và cá cái.

Sức sinh sản tuyệt đối của cá lia thia đồng là 255 ± 29 trứng/cá cái và sức sinh sản tương đối là 531 ± 56 trứng/g cá cái.

Kiến Nghị

Kết quả nghiên cứu cung cấp dữ liệu nền quan trọng phục vụ bảo tồn, quản lý và khai thác hợp lý nguồn lợi cá lia thia đồng tại địa phương. Để hoàn thiện cơ sở dữ liệu của loài, cần tiếp tục khảo sát biến động sinh học theo mùa, nghiên cứu chi tiết sự phát triển tuyến sinh dục, đồng thời mở rộng các hướng nghiên cứu về phân loại, nhu cầu dinh dưỡng, khả năng thuần dưỡng, sinh sản nhân tạo và ương nuôi.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Lời Cảm Ơn

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Long An đã cấp kinh phí để chúng tôi thực hiện nghiên cứu này, mã số đề tài: KCLA.03.24.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Abarna, K., Anton, E. S. P., & Uthpala, A. J. (2020). Water hardness influenced variations in reproductive potential of two freshwater fish species; Poecilia reticulata and Betta splendens. *BMC Research Notes* 13, 542. https://doi.org/10.1186/s13104-020-05382-x.

Banegal, V. B. (1967). *Principles of fishery science.* Bombay, India: Bombay Printing Press.

Bui, L., Nguyen, K. Q., Nguyen, H. M., Le, L. Q., & Mai, Y. D. (1985). *Physiological and ecological basis of fish*. Ha Noi, Vietnam: Agricultural Publishing House.

Dedi, P., Windarti, & Deni, E. (2019). *Biological aspects of reproduction natural betta fish (Betta imbellis) in the general fisheries* (Unpublished bachelor's thesis). University of Riau, Pekanbaru, Indonesia.

Eri, I., Kyouhei, M., Hiroyuki, K., & Miho, O. (2021). Timing of isolation from an enriched environment determines the level of aggressive behavior and sexual maturity in Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *BMC Zoology* 6, 15. https://doi.org/10.1186/s40850-021-00081-x.

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22(4), 241-253. https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.

Huxley, L. S. (1924). Constant different growth ratios and their significances. *Nature 114,* 895-896. https://doi.org/10.1038/114895a0.

Lebedev, V. D. (1946). *Methods of studying the feeding of fish*. Moscow, Russia: VNIRO Publishing House.

Mai, Y. D., Vu, T. T., Bui, L., & Tran, T. M. (1979). *Ichthyology*. Ha Noi, Vietnam: Ha Noi Industrial University and High School Publishing House.

Nguyen, K. V. (2004). *Technical textbook for fish seed production*. Can Tho University, Can Tho, Vietnam.

Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes.* New York, USA: Academic Press.

Pham, H. Q., Nguyen A. T., & Nguyen M. D. (2014). *Hormones and the control of fish reproduction*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Agricultural Publishing House.

Pham, L. T., & Tran, D. D. (2004). *Methods of fish biology research*. Can Tho University, Can Tho, Vietnam.

Pianka, E. R. (1970). On r- and K-selection. *The American Naturalist* 104(940), 592-597.

Raja, J. M. (2009). Temporal costs of feeding and predation rates in *Betta splendens* (Regan) in relation to body weight, feed, type and sex. *Tropical Life Sciences Research* 20(1), 7-16.

Assessment of growth, survival, and disease resistance at 60 days of age in fast-growing and bacillary necrosis of pangasius (BNP)-resistant selectively bred striped catfish strains

Nga T. N. Ha[1,2*], Duy H. Nguyen[2], Lien T. B. Huynh[2], Phuc H. Tran[2], & Yen T. Duong[1]

[1]College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho university, Can Tho, Vietnam

[2]Research Institute for Aquaculture No. 2, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: November 02, 2025
Revised: December 25, 2025
Accepted: December 30, 2025

Keywords

BNP-resistant Growth perfomance
Nursing stage
Striped catfish
Survival rate

***Corresponding author**

Ha Thi Ngoc Nga
Email:
ngocnga2000vn@gmail.com

ABSTRACT

This study evaluated the growth performance, survival rate, and prevalence of common diseases in two selectively bred strains of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*): a fast-growth strain (G4-TT) derived from a selective breeding program and a strain selected for resistance to Bacillary Necrosis of Pangasius (BNP) (G1-KB), in comparison with a commercial control strain. The three strains were co-cultured in 15-m^3 cement tanks separated by mesh partitions, with three replicates. After 60 days of nursing, significant differences in body weight, total length, and survival rate were observed among the strains ($P < 0.05$). The G4-TT strain exhibited the highest growth performance and survival rate (5.34 g, 89.8 mm, and 43.6%, respectively), followed by the G1-KB disease-resistant strain (4.0 g, 83.2 mm, and 37.3%), whereas the commercial strain showed the lowest values (2.89 g, 75.7 mm, and 18.4%). All strains were infected with *Trichodina* spp. and *Aeromonas* spp., but only at mild levels, without clear clinical signs. The results indicate that during the early life stage (from fry to 60 days old), both selectively bred strains show higher growth performance and survival rates compared with the commercial strain.

Cited as: Ha, N. T. N., Nguyen, D. H., Huynh, L. T. B., Tran, P. H., & Duong, Y. T. (2026). Assessment of growth, survival, and disease resistance at 60 days of age in fast-growing and bacillary necrosis of pangasius (BNP)-resistant selectively bred striped catfish strains. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 56-68.

Đánh giá sinh trưởng, tỉ lệ sống và khả năng kháng bệnh giai đoạn 60 ngày tuổi của dòng cá tra chọn lọc tăng trưởng nhanh và kháng bệnh gan thận mủ

Hà Thị Ngọc Nga[1,2*], Nguyễn Huỳnh Duy[2], Huỳnh Thị Bích Liên[2], Trần Hữu Phúc[2] & Dương Thúy Yên[1]

[1]Trường Thủy Sản, Đại Học Cần Thơ, Cần Thơ

[2]Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản II, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/11/2025
Ngày chỉnh sửa: 25/12/2025
Ngày chấp nhận: 30/12/2025

Từ khóa

Cá tra
Kháng bệnh gan thân mủ
Tăng trưởng
Tỷ lệ sống
Ương cá giống

***Tác giả liên hệ**

Hà Thị Ngọc Nga
Email:
ngocnga2000vn@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá tăng trưởng, tỷ lệ sống và mức độ nhiễm các bệnh thường gặp của hai dòng cá tra từ chương trình chọn giống tăng trưởng nhanh (G4-TT) và dòng chọn giống kháng bệnh gan thận mủ (G1-KB) so với dòng cá thương mại (đối chứng). Ba dòng cá được thả chung trong cùng bể ximăng 15 m^3 được phân cách bởi các vách ngăn vải, lặp lại ba lần tương ứng 3 bể. Sau 60 ngày ương, tăng trưởng về khối lượng, chiều dài và tỉ lệ sống của ba dòng cá khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$), trong đó dòng cá tăng trưởng G4-TT đạt cao nhất (tương ứng 5,34 g; 89,8 mm; 43,6%), tiếp theo là dòng kháng bệnh G1-KB (4,0 g; 83,2 mm và 37,3%) và thấp nhất là dòng đối chứng (2,89 g; 75,7 mm, 18,4%). Cá ba dòng cá đều nhiễm ký sinh trùng *Trichodina* spp. và vi khuẩn *Aeromonas* spp. được ghi nhận ở mức độ nhẹ, không gây biểu hiện bệnh lý rõ ràng. Kết quả cho thấy ở giai đoạn cá bột đến 60 ngày tuổi, hai dòng cá chọn lọc đều có tốc độ tăng trưởng và tỉ lệ sống cao hơn so với dòng thương mại. Cá tra giống đã qua chọn lọc thể hiện chất lượng và ảnh hưởng tốt đến hiệu quả ương nuôi.

1. Đặt Vấn Đề

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là đối tượng thủy sản nuôi nước ngọt chủ lực ở Đồng bằng sông Cửu Long, đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định 50/2018/QĐ-TTg ngày 13/12/2018 (VGP, 2024). Thuỷ sản Việt Nam đứng đầu thế giới về sản lượng (52%) và xuất khẩu (90% thương mại thế giới), sản lượng cá bột thu hoạch đạt 30 tỷ con; cá giống đạt 4,0 tỷ con, diện tích thả nuôi thương phẩm là 5.370 ha (DOF, 2024). Sản lượng cá tra xuất khẩu ước tính đạt 1,65 triệu tấn/năm, kim ngạch xuất khẩu khoảng 2,8 tỷ USD trong năm 2025 (DOF, 2024). Định hướng đến năm 2030 diện tích nuôi đạt 7.447 ha, sản lượng đạt 2 triệu tấn, diện tích thiệt hại do dịch bệnh dưới 8% (VGP, 2024).

Nhu cầu về con giống là rất lớn cho mục tiêu tăng trưởng ngành hàng nhưng quá trình sản xuất giống đang đối mặt với nhiều thử thách, nổi bật là i) chất lượng giống kém nên tỉ lệ sống cá tra giống thấp, thường dưới 10%; ii) tình hình dịch bệnh phức tạp: 44,8% diện tích nuôi nhiễm bệnh gan thận mủ, 51,9% diện tích phát hiện bênh xuất huyết, 23,6% xuất hiện các bệnh do

ký sinh trùng, vàng da, phù đầu, trắng gan trăng mang, lở loét, trương bóng hơi… và iii) chi phí sản xuất tăng, phát thải cao (DOF, 2024). Nhiều giải pháp kỹ thuật về mật độ ương, điều kiện môi trường, dinh dưỡng (chủng loại thức ăn, liều lượng và thời điểm chuyển đổi thức ăn) đã được nghiên cứu để hoàn thiện quy trình ương giống (Slembrouck & ctv., 2009; Nguyen & ctv., 2018; Pham & ctv., 2020) Bên cạnh đó, chương trình chọn giống cá tra do Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II (Viện II) triển khai từ năm 2001 qua 4 thế hệ (G1 - G4) đạt kết quả cải thiện di truyền rõ rệt. Hiệu quả chọn lọc trung bình mỗi thế hệ về khối lượng thân tăng 9,3%, tỷ lệ phi lê tăng 8,5%, tỷ lệ sống tăng 7,4%. Riêng thế hệ G4, hiệu quả chọn lọc tích lũy đạt 31,2% so với cá tra tự nhiên không qua chọn lọc (Nguyen & ctv., 2019; Nguyen & ctv., 2022). Bên cạnh đó, chương trình chọn giống kháng bệnh cũng đã ứng dụng kết quả chọn lọc tạo thế hệ G0 để sản xuất G1 và thực hiện cảm nhiễm cá trên 8.207 cá thể thuộc 147 gia đình. Hệ số di truyền ước tính đạt dao động từ 0,012 - 0,22. Hiệu quả chọn lọc thực tế đạt từ 7,1% cho tính trạng kháng bệnh gan thận mủ.

Trên cơ sở ứng dụng quy trình nuôi cải tiến, nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá các chỉ tiêu tăng trưởng, tỉ lệ sống của hai dòng cá chọn giống tăng trưởng và kháng bệnh của Viện II so với dòng cá thương mại chưa qua chọn lọc, ở giai đoạn ương từ cá bột lên cá giống 60 ngày tuổi trên bể xi măng. Từ đó làm cơ sở cho việc cải tiến quy trình sản xuất giống cá tra theo hướng đạt được hiệu quả và nuôi bền vững.

2. Vật Liệu và Phương Pháp

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá tra bột được sản xuất từ cá bố mẹ thuộc 03 dòng cá khác nhau: (i) chọn giống tăng trưởng nhanh thế hệ G4-TT (tăng trưởng), chọn giống kháng bệnh gan thận mủ thế hệ G1-KB (kháng bệnh) thuộc Viện II và dòng cá thương mại chưa qua chọn lọc (đối chứng) được sản xuất tại Hồng Ngự, Đồng Tháp. Cá bột sau khi nở 20 giờ có khối lượng từ 0,84 - 0,91 mg/con (khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) giữa các dòng cá), bơi lội nhanh nhẹn, hướng quang tốt được bố trí thí nghiệm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trên bể xi măng 15 m^3 có mái che kín và sục khí đáy, tại Trung tâm Quốc gia Giống Thủy sản Nước ngọt Nam Bộ. Ba nghiệm thức dòng cá (tăng trưởng, kháng bệnh và đối chứng) được bố trí ngẫu nhiên vào 3 ngăn (5 m^2/ngăn) của cùng một bể được phân cách bởi các khung vải voan có mắt lưới 100 µm, nước ương có thể lưu thông đảm bảo môi trường ương đồng nhất. Mỗi nghiệm thức lặp lại 03 lần (tương ứng 03 bể ương). Mật độ ương là 1.000 con/m^2. Thời gian thí nghiệm là 60 ngày từ 25/5/2025 - 25/7/2025.

2.3. Chăm sóc và quản lý

Hệ thống bể ương, hệ thống cấp khí, nước cấp được thiết kế và xử lý theo quy trình mô tả bởi Tran & ctv. (2021). Bể ương được vệ sinh bằng chlorine (Hi-Clon, Nippon Soda Co..LTD, Nhật Bản) nồng độ 100 ppm, phơi nắng trong 03 ngày trước khi cấp nước. Nước cấp xử lý chlorine 30 ppm và trung hòa tự nhiên trong 05 ngày trước khi bơm vào bể ương. Bể ương được sục khí đáy bằng đá bọt với mật độ 1 viên/m^2, nhằm duy trì hàm lượng oxy hoà tan phù hợp.

Bể ương được bổ sung dung dịch ủ sinh học gồm mật rỉ đường và men vi sinh (BZT max) thành phần chính *Bacillus megaterium, Bacillus licheniformis, Bacillus subtilis, Bacillus pumilus, Bacillus amyloliquefaciens,* với liều dùng cho 1

m^3 lần lượt là 25 và 0,1 g, định kỳ 5 ngày/lần. Từ ngày ương thứ 07, tiến hành siphon đáy hàng ngày giữa hai cữ ăn và kết hợp thay 30% thể tích nước. Các chỉ tiêu môi trường nước trong suốt quá trình thí nghiệm được duy trì trong giới hạn của các chỉ tiêu môi trường nước nằm trong ngưỡng cho phép đối với cá tra: nhiệt độ 24 - 34°C, pH 6,5 - 8,5, DO ≥ 2,0 mg/L, Amoni ≤ 1 mg/L và Nitrite ≤ 0,1 (TCVN 14335:2025).

Thức ăn sử dụng trong 11 ngày bao gồm *Artemia*, *Moina*, thức ăn công nghiệp (Bảng 1) tham khảo từ các nghiên cứu của Slembrouck & ctv. (2009), Nguyen & ctv. (2018) và Tran & ctv. (2021). *Artemia* (INVE.Co, Thái Lan) với hiệu suất nở 260.000 nauplius/g được cho ăn 03 lần/ngày vào các thời điểm 9 giờ, 14 giờ và 20 giờ. Moina (Cai Lậy, Tiền Giang) có mật độ trung bình 36.900 con/g được rửa qua nước sạch và khử trùng bằng folmol 60 ppm trong 05 phút trước khi cho ăn 1 lần/ngày vào lúc 6 giờ. Thức ăn bột đậm đặc 42% đạm (Tom boy, Skretting) được pha loãng, lọc qua túi lọc và tạt đều vào bể - chủ yếu để nuôi duy trì sinh khối *Moina* và tập cho cá quen mùi và bắt mồi thức ăn công nghiệp - 03 lần/ngày vào lúc 7 giờ 30, 14 giờ và 18 giờ. Thức ăn mảnh nhỏ 40% đạm (SeaMaster, Thăng Long) cho ăn bằng cách rải đều thức ăn khắp mặt bể ương, cho cá ăn ba lần/ngày vào các thời điểm 7 giờ 30, 11 giờ 30 và 16 giờ 30. Từ ngày thứ 12 trở đi, ngưng cho ăn moina và lượng thức ăn được điều chỉnh khoảng 10% khối lượng thân cá.

Bảng 1. Khẩu phần thức ăn của các nhóm cá trong 11 ngày đầu

Ngày ương	*Artemia*	*Moina*	Thức ăn bột đậm đặc 42% đạm	Thức ăn mảnh 40% đạm
	Khẩu phần/cá bột hàng ngày (con)	Khẩu phần/cá bột hàng ngày (con)	Khẩu phần/15.000 cá bột hàng ngày (g)	Khẩu phần/15.000 cá bột hàng ngày (g)
1	224	0	0	
2	280	130	11	
3	0	170	11	
4	0	200	15	
5	0	300	30	
6	0	300	20	15
7	0	300	20	20
8	0	200	15	30
9	0	120	15	40
10	0	50		60
11		50		80
12 - 60				10% khối lượng cá

2.4. Thu thập số liệu

Các chỉ tiêu thuỷ lý hóa: Được đo hàng ngày trong suốt quá trình ương, bao gồm nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế, oxy hòa tan (DO), pH, Amoni, Nitrite đo bằng bộ kit Sera, Đức.

Thời điểm và mức độ ăn mồi của cá bột: Được đánh giá theo phương pháp của Tran & ctv. (2021): Cụ thể, thu ngẫu nhiên 10 cá/bể ương cố định ngay trong dung dịch formol 5%, sau đó tiến hành giải phẫu và kiểm tra ống tiêu hóa của

cá trên kính hiển vi. Thời điểm kiểm tra đánh giá cá đã ăn được loại thức ăn mới là tại: (i) lần cho cá ăn *artemia* đầu tiên, (ii) lần cho cá ăn *moina* đầu tiên và (iii) lần cho cá ăn thức ăn bột đầu tiên (ngày 6), cá được thu sau khi cho ăn 30 phút. Việc kiểm tra sẽ được lặp lại ở những lần cho ăn (*artemia, moina* hay thức ăn bột) tiếp theo trong ngày và kết thúc kiểm tra khi 100% cá của từng nghiệm thức đã ăn được mồi.

Tăng trưởng của cá: Được xác định bằng cách cân khối lượng và chiều dài tổng của ít nhất 30 cá thể ngẫu nhiên của mỗi dòng định kỳ 15 ngày/lần và khi kết thúc thí nghiệm. Tỉ lệ sống xác định bằng đếm toàn bộ số lượng cá của từng nghiệm thức vào thời điểm thu hoạch.

Tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối (DWG - Daily Weight Gain, mg/ngày)

$$DWG = \frac{\text{Khối lượng cá thu hoạch - Khối lượng lúc thả}}{\text{Thời gian nuôi}}$$

Tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc biệt theo ngày (SGR_W - Specific Growth Rate in Weight, %/ngày)

$$SRG_W = \frac{\text{In (Khối lượng cá thu hoạch) - In (Khối lượng lúc thả}}{\text{Thời gian nuôi}} \times 100$$

Tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối (DLG, Daily Length Gain, mm/ngày) và đặc biệt theo ngày (SGR_L - Specific Growth Rate in length, %/ngày) được tính tương tự như khối lượng.

Tỉ lệ sống (%)

$$\text{Tỉ lệ sống} = \frac{\text{Số cá thu hoạch}}{\text{Số cá lúc thả}} \times 100$$

Phân tích bệnh: Định kỳ 5 ngày/lần thu mẫu ngẫu nhiên 30 cá thể/dòng cá để kiểm tra bệnh lâm sàng. Đối với kiểm tra bệnh ký sinh trùng tham khảo phương pháp của Bui (2006): Cạo nhớt và ép tiêu bản nhớt da, nhớt mang, nhớt vây để soi tươi dưới kính hiển vi Olympus CX31 (Nhật Bản). Mang cá được kiểm tra chi tiết dưới kính soi nổi Olympus SZ61 (Nhật Bản). Định loại ký sinh trùng theo khóa phân loại của Bui (2006), đánh giá cường độ nhiễm ký sinh trùng theo phương pháp của Margolis & ctv. (1967).

Tỉ lệ nhiễm (%)

$$\text{Tỉ lệ nhiễm} = \frac{\text{Tổng số cá nhiễm KST}}{\text{Tổng số cá kiểm tra}} \times 100$$

Cường độ nhiễm

$$\text{Tỉ lệ nhiễm} = \frac{\text{Tổng số KST}}{\text{Lame hoặc cơ quan, thị trường}} \times 100$$

Cường độ nhiễm đối với nhóm ký sinh trùng có kích thước nhỏ như *Epistylis, Apiosoma, Ichthyonyctus* được tính dựa vào tần số bắt gặp các tế bào nguyên sinh động vật theo phương pháp của Dogiel (1960) (cited in Do, 1996): Cường độ nhiễm nhẹ (+): chỉ thấy vài tế bào/lame. Cường độ nhiễm trung bình (++): từ 10 đến vài chục tế bào/lame. Cường độ nhiễm nặng (+++): hơn 100 tế bào/lame.

Đối với kiểm tra bệnh nhiễm khuẩn sau khi quan sát các dấu hiệu bệnh lý, tiến hành thu mẫu gan, thận, lách cấy trên môi trường thạch máu/BHIA và kiểm tra sự hiện diện vi khuẩn *Aeromonas hydrophila* bằng phương pháp pha loãng trãi đĩa bậc 10 và kit API20E (BioMerieux); vi khuẩn *Flavobacterium columnare* bằng phương pháp cấy lên môi trường Cytophaga agar (CA), môi trường Tryptone soya agar (TSA) và phương pháp nhuộm gram (Nguyen & ctv., 2012); vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri* bằng kỹ thuật PCR (Panangala & ctv., 2007)

2.5. Xử lý và phân tích số liệu

Số liệu được lưu trữ và kiểm tra bằng phần mềm Microsoft® Excel 2016. Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm R phiên bản

4.3.3. Áp dụng phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA) để kiểm tra sự khác biệt về các chỉ tiêu tăng trưởng, tỉ lệ sống giữa các nghiệm thức và phương pháp Tukey'HSD để xác định sự khác biệt giữa các cặp nghiệm thức ở mức ý nghĩa 0,05.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Môi trường

Trong suốt quá trình thí nghiệm kết quả các chỉ tiêu thuỷ lý hoá nước ương đều nằm trong giới hạn cho phép theo TCVN 14335:2025. Nhiệt độ dao dộng trong khoảng 29 - 31°C, pH dao động 7 - 8,5, nồng độ Nitrite dao động từ 0 - 0,5 mg/L, Amoni trong khoảng 0 - 0,05 mg/L đều thấp hơn ngưỡng gây độc cho cá (Truong, 2006; Pham & ctv., 2020). So với kết quả nghiên cứu trước (Nguyen & ctv., 2018; Tran & ctv., 2021), các chỉ tiêu môi trường trong nghiên cứu này có giá trị thấp hơn về hàm lượng NO_2 và NH_3, điều đó chứng tỏ môi trường nuôi được cải thiện và tối ưu hơn.

3.2. Thời điểm và mức độ ăn mồi của cá bột

Ở thời điểm 33,5 - 35 giờ sau khi nở cá tiêu hết noãn hoàng. Từ 38 - 42 giờ sau khi nở khoảng 40 - 100% cá bột được ghi nhận đã ăn *Artemia*; 54 - 55 giờ sau khi nở cá ăn *Artemia* mạnh và bắt đầu ăn *Moina*. Ngày ương thứ 3 (70 - 75 giờ sau khi nở) cá ăn 100% *Moina* với các mức độ ăn khác nhau: cá ở nghiệm thức tăng trưởng ăn mạnh, nghiệm thức kháng bệnh ăn mức trung bình đến khá và nghiệm thức đối chứng ăn mức trung bình. Mức ăn này tiếp tục duy trì ở ngày ương thứ 4 và đến ngày ương thứ 5 cả ba nghiệm thức đều ăn *Moina* mạnh. Cá được tập ăn thức ăn mảnh nhỏ vào ngày ương thứ 6 và 100% cá ăn được thức ăn này vào ngày ương thứ 7. Cơ sở thiết kế khẩu phần và cách cho ăn của nghiên cứu dựa vào các kết quả trước đó về chủng loại thức ăn (*Artemia, Moina* và thức ăn công nghiệp), số lượng (mật độ) thức ăn và thời điểm thay đổi loại thức ăn phù hợp với kích cỡ miệng, tập tính của cá tra bột (Slembrouck & ctv., 2009; Nguyen & ctv., 2018; Pham & ctv., 2020).

Kết quả theo dõi thời điểm và mức độ ăn mồi của nghiên cứu này tương đồng với khảo sát của Tran & ctv. (2021), điều đó khẳng định cách thức cho ăn phù hợp với tập tính của cá tra bột giai đoạn đầu. Việc áp dụng các điều kiện dinh dưỡng tối ưu giai đoạn đầu có thể góp phần giảm ảnh hưởng của các yếu tố tiêu cực đến kết quả đánh giá tăng trưởng và tỉ lệ sống của thí nghiệm.

3.3. Tăng trưởng của các dòng cá

Tăng trưởng về khối lượng

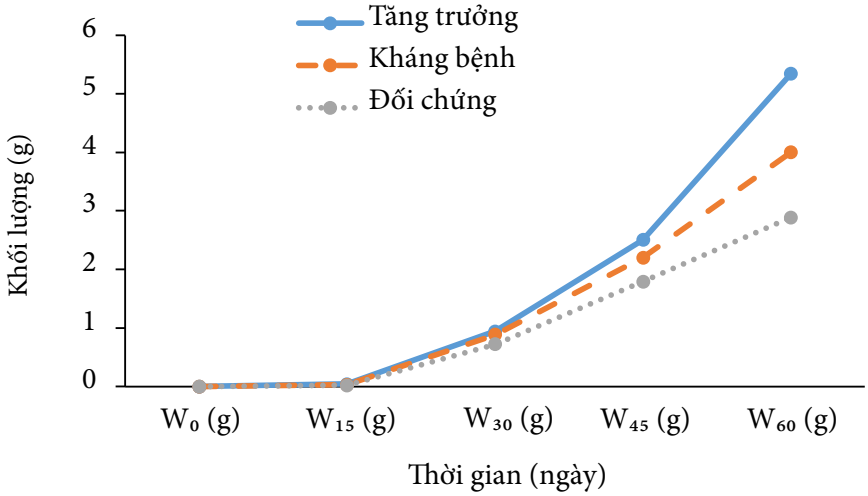
Kết thúc 60 ngày nuôi thí nghiệm, khối lượng trung bình của ba nghiệm thức dao động từ 2,89 - 5,34 g, (Bảng 2, Hình 1), tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng (DWG) của các nhóm cá đạt từ 59,93 - 89,66 mg/ngày, tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc biệt theo ngày (SGR_W) đạt từ 13,8 - 14,3 %/ngày. Khối lượng, DWG của dòng tăng trưởng và kháng bệnh lớn hơn có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với cá đối chứng, trong đó nghiệm thức tăng trưởng đạt kết quả cao nhất. Chỉ tiêu SGR_W của hai dòng cá tăng trưởng và kháng bệnh cũng cao hơn có ý nghĩa ($P < 0,05$) nhưng sau 30 ngày, khác biệt SGR_W của ba nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê (Bảng 2).

Bảng 2. Tăng trưởng khối lượng của các dòng cá (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Ngày ương	Nghiệm thức	DWG (mg/ngày)	SGR_W (%)
15	Tăng trưởng	2,20 ± 0,00[a]	23,35 ± 3,22[a]
	Kháng bệnh	1,99 ± 0,00[a]	23,36 ± 2,86[a]
	Đối chứng	1,33 ± 0,00[a]	20,83 ± 2,74[b]
30	Tăng trưởng	32,06 ± 0,02[a]	22,78 ± 1,75[a]
	Kháng bệnh	29,59 ± 0,01[ab]	22,79 ± 1,73[a]
	Đối chứng	24,39 ± 0,01[b]	22,07 ± 1,91[b]
45	Tăng trưởng	48,58 ± 0,03[ab]	16,90 ± 1,39[a]
	Kháng bệnh	49,71 ± 0,03[a]	17,20 ± 1,24[a]
	Đối chứng	42,49 ± 0,02[b]	16,99 ± 0,97[a]
60	Tăng trưởng	89,66 ± 0,04[a]	14,34 ± 0,65[a]
	Kháng bệnh	72,98 ± 0,03[b]	14,12 ± 0,70[a]
	Đối chứng	59,93 ± 0,02[c]	13,80 ± 0,76[a]

Các giá trị trong cùng một cột và cùng ngày ương có ký tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). DWG: Tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối; SGR_W: Tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc biệt theo ngày.

Kết quả cân đo định kỳ cho thấy khối lượng trung bình của hai nhóm cá đã qua chọn lọc luôn cao hơn nhóm đối chứng. So với dòng đối chứng, dòng tăng trưởng có khối lượng lớn hơn từ 27,3 - 50,0%, trong khi dòng kháng bệnh có khối lượng lớn hơn từ 18,6 - 33,3%.



Hình 1. Các ngày ương của các nghiệm thức: Đối chứng, Tăng trưởng và Kháng bệnh.

Tăng trưởng về chiều dài

Chiều dài tổng khi thu hoạch của 03 nghiệm thức dao động từ 75,7 - 89,8 mm, tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối từ 1,21 - 1,33 mm/ngày (Bảng 3, Hình 2). Hai nghiệm thức tăng trưởng và kháng bệnh đều đạt kết quả cao hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($P < 0,05$). Tại các thời điểm thu mẫu, chiều dài của dòng cá tăng trưởng lớn hơn 7,3 - 17,6% so với dòng đối chứng và dòng kháng bệnh lớn hơn từ 4,4 - 13,9% so với đối chứng. Tuy nhiên, tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc biệt theo ngày của ba nhóm cá khác biệt không có ý nghĩa ($P > 0,05$) (Bảng 3).

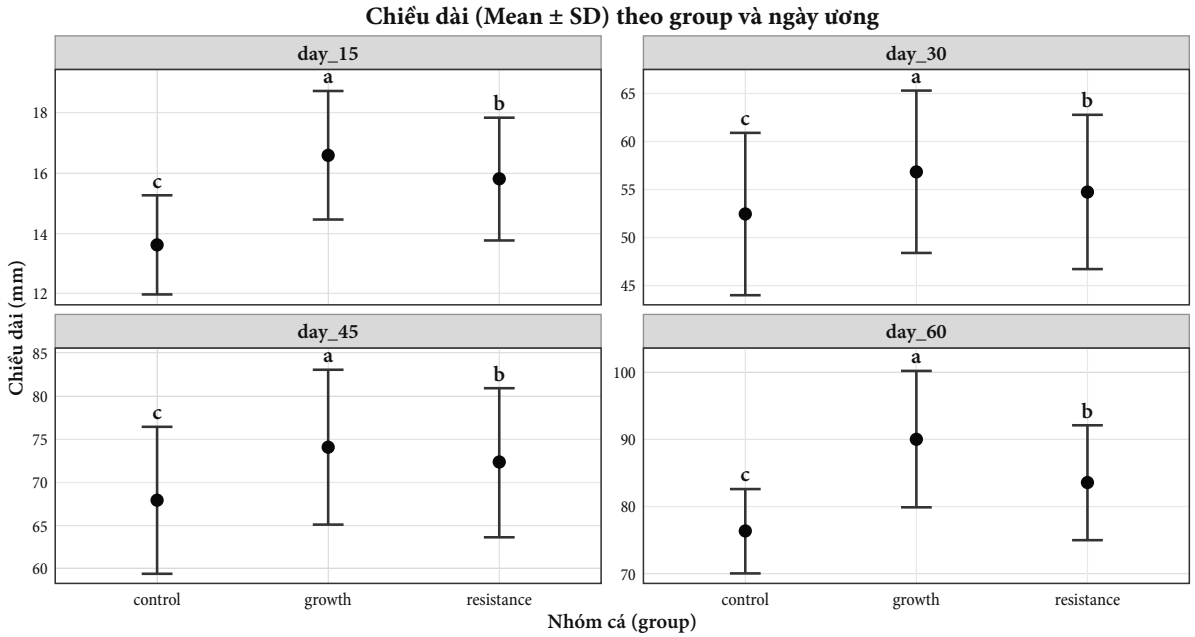
Bảng 3. Tăng trưởng chiều dài của các dòng cá (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Ngày ương	Nghiệm thức	DLG (mm/ngày)	SGR_L (%)
15	Tăng trưởng	$0,38 \pm 0,17^{a}$	$2,95 \pm 1,04^{b}$
	Kháng bệnh	$0,44 \pm 0,15^{a}$	$3,59 \pm 0,92^{a}$
	Đối chứng	$0,34 \pm 0,11^{a}$	$3,05 \pm 0,80^{b}$
30	Tăng trưởng	$1,56 \pm 0,28^{a}$	$5,76 \pm 0,50^{b}$
	Kháng bệnh	$1,52 \pm 0,27^{ab}$	$5,98 \pm 0,50^{a}$
	Đối chứng	$1,47 \pm 0,28^{b}$	$6,02 \pm 0,53^{a}$
45	Tăng trưởng	$1,32 \pm 0,30^{b}$	$4,26 \pm 0,44^{b}$
	Kháng bệnh	$1,40 \pm 0,24^{a}$	$4,59 \pm 0,35^{a}$
	Đối chứng	$1,35 \pm 0,20^{ab}$	$4,64 \pm 0,30^{a}$
60	Tăng trưởng	$1,33 \pm 0,18^{a}$	$3,65 \pm 0,20^{a}$
	Kháng bệnh	$1,27 \pm 0,18^{ab}$	$3,73 \pm 0,21^{a}$
	Đối chứng	$1,21 \pm 0,20^{b}$	$3,74 \pm 0,22^{a}$

Các giá trị trong cùng một cột và cùng ngày ương có ký tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). DLG: Tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối; SGR_L: Tốc độ tăng trưởng chiều dài theo ngày.

Ở giai đoạn đầu, cá bột lên hương và giống, tăng trưởng của cá tra chịu ảnh hưởng bởi yếu tố loại và kích cỡ thức ăn (Pham, 2012; Pham & ctv., 2020; Huynh & ctv., 2024). Bên cạnh đó, tăng trưởng chiều dài và khối lượng cá cùng chịu tác động lớn từ mật độ ương, liều lượng thức ăn (Nguyen & ctv., 2018; Tran & ctv., 2021) và môi trường ương như nhiệt độ, oxy hòa tan, pH, độ mặn (Baras & ctv., 2011; Do & ctv., 2020).

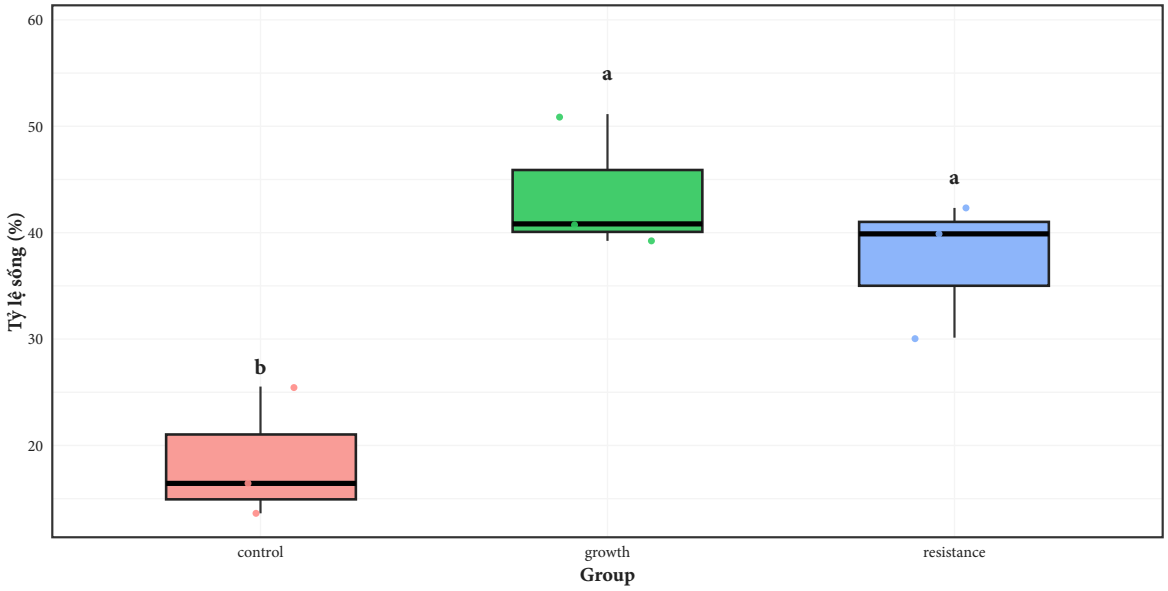
Phân tích tương quan giữa khối lượng (Weight) và chiều dài (Length) cho thấy hệ số tương quan (r) dao động từ 0,65 - 0,95, trong đó phần lớn ở mức tương quan dương mạnh ($r > 0,8$). Điều này cho thấy khối lượng và chiều dài có mối liên hệ chặt chẽ: cá càng dài thì khối lượng càng lớn. Ở một số giai đoạn đầu và giữa chu kỳ ương, r thấp hơn ($r < 0,7$), phản ánh sự khác biệt cá thể trong tốc độ tăng trưởng. Tốc độ tăng trưởng cả về khối lượng và chiều dài đều cao ở nhóm G4-TT cho thấy yếu tố di truyền đóng vai trò quyết định. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyen (2013), trong đó hệ số di truyền cho tính trạng tăng trưởng được ghi nhận ở mức 0,24 - 0,38; đủ để tạo khác biệt đáng kể chỉ sau một vài thế hệ chọn lọc.



Hình 2. Chiều dài tổng theo ngày ương của các nghiệm thức: Control = Đối chứng, growth = Tăng trưởng và resistance = Kháng bệnh.

3.4. Tỉ lệ sống

Tỉ lệ sống cá 60 ngày tuổi của nghiệm thức tăng trưởng đạt cao nhất 43,6%, tiếp theo của nghiệm thức kháng bệnh đạt 37,3% và thấp nhất của nghiệm thức đối chứng đạt 18,4% (Hình 3). Tỉ lệ sống của dòng cá tăng trưởng và kháng bệnh khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nhóm cá đối chứng.



Hình 3. So sánh tỉ lệ sống của các các nghiệm thức: Control = Đối chứng, growth = Tăng trưởng và resistance = Kháng bệnh.

Nghiên cứu này bổ sung thông tin về tỉ lệ sống của dòng cá tăng trưởng và kháng bệnh giai đoạn cá bột đến 60 ngày tuổi. Nghiên cứu của Tran & ctv. (2021) bố trí với cá bột được sản xuất từ đàn cá bố mẹ G3 tăng trưởng cho kết quả tỷ lệ sống của cá tại thời điểm 10 ngày tuổi đạt trung bình dao động từ 71,8 - 81,6%, tỷ lệ sống cho cá 21 ngày tuổi ở giai đoạn nghiên cứu 38,6%, giai đoạn kiểm nghiệm đạt 37,5% và giai đoạn ứng dụng tại cơ sở sản xuất đạt trung bình là 25,6% (dao động từ 23,0 - 30,2%). Nguyen & ctv. (2018) cũng thí nghiệm ương cá bột sinh sản từ bố mẹ G3-TT tăng trưởng trên bể xi măng đến ngày 27 đạt tỉ lệ sống từ 42,9 - 56,2%. Như vậy, với thời gian ương lâu hơn (60 ngày), tỉ lệ sống của hai dòng cá chọn giống tăng trưởng và kháng bệnh trong nghiên cứu đạt tương đương đến cao hơn so với nghiên cứu trước. Trong khi đó, tỉ lệ sống của cá đối chứng đạt thấp, chỉ bằng 42 và 49% so với hai dòng cá chọn lọc. Kết quả này hơn chứng tỏ tỉ lệ sống của cá ở hai dòng chọn lọc tiếp tục được cải thiện ở thế hệ chọn lọc G4-TT.

3.5. Tình hình bệnh trên cá tra giai đoạn ương 60 ngày tuổi

Kết quả nghiên cứu về tình hình bệnh trên cá tra giai đoạn ương 60 ngày tuổi ghi nhận sự hiện diện của hai nhóm tác nhân gây bệnh chính là ký sinh trùng *Trichodina* spp (ký sinh trên mang và da) và các dấu hiệu xuất huyết do vi *khuẩn Aeromonas* spp và *E. ictaluri* ở thời điểm cá 19 ngày tuổi. Tuy nhiên, mức độ nhiễm trong thời gian thí nghiệm được kiểm soát ở mức thấp, chưa đủ gây chết hàng loạt. Điều này gián tiếp cho thấy các tác nhân gây bệnh này không phải là nguyên nhân chính ảnh hưởng tiêu cực đến tỷ lệ sống chung của đàn cá ương trong điều kiện thí nghiệm. Dòng cá chọn lọc làm tăng khả năng kháng bệnh gan thận mủ không làm suy giảm tăng trưởng nhờ vào tương quan thuận. Bên cạnh đó, các nghiên cứu bước đầu chứng minh rằng ước tính các thông số di truyền tính trạng kháng bệnh gan thận mủ ở cá hương cho thấy hệ số di truyền cao (0,43 - 0,55) (Tran & ctv., 2021). Đặc biệt, việc chọn lọc dòng cá làm tăng khả năng kháng bệnh gan thận mủ không làm suy giảm tăng trưởng nhờ vào tương quan thuận giữa hai tính trạng. Kết quả này là cơ sở quan trọng để tiếp tục phát triển các dòng cá giống có chất lượng toàn diện, vừa có tốc độ sinh trưởng cao vừa có khả năng chống chịu bệnh tốt ngay từ giai đoạn ương.

Ký sinh trùng *Trichodina* spp.

Ba dòng cá đều có sự hiện diện của *Trichodina* spp, tỷ lệ nhiễm và cường độ nhiễm của nhóm Đối chứng cao nhất (Bảng 4). Tỷ lệ nhiễm ở dòng cá tăng trưởng và kháng bệnh chỉ 10%. Cường độ nhiễm trung bình ở mức "+", cho thấy số lượng ký sinh trên mỗi cá thể thấp, chưa đủ gây tổn thương nghiêm trọng đến mang, da cá. Khi cường độ nhiễm cao, *Trichodina* spp. có thể gây rách biểu mô mang, cản trở trao đổi khí và làm cá suy kiệt, dễ nhiễm thêm các bệnh cơ hội khác (Bui, 2006).

Bảng 4. Kết quả nhiễm ký sinh trùng *Trichodina* spp.

Nhóm cá	Tỷ lệ nhiễm (%)	Cường độ nhiễm (%)	Thời gian nhiễm bệnh (ngày tuổi)
Tăng trưởng	25,0	10 (+)	19
Kháng bệnh	20,0	10 (+)	19
Đối chứng	36,4	30 (++)	19

Kiểm tra vi khuẩn định kỳ

Tại thời điểm 19 ngày tuổi vi khuẩn *Aeromonas* spp. được phát hiện ở cả ba nhóm cá thí nghiệm. Tuy nhiên, mật độ khuẩn lạc ở hai nhóm cá chọn giống, dao động 13 - 28 khuẩn lạc/5 cá thể, thấp hơn so với nhóm đối chứng, 60 khuẩn lạc/5 cá thể. Trong suốt thời gian thí nghiệm, không ghi nhận biểu hiện lâm sàng nghiêm trọng hay tỷ lệ chết bất thường nào liên quan đến bệnh xuất huyết và bệnh gan thận mủ. Kết quả này cho thấy khả năng kháng vi khuẩn của các dòng cá đã được cải thiện thông qua chọn lọc di truyền (Tran & ctv., 2021).

Trong suốt giai đoạn ương từ 0 - 60 ngày tuổi, tình hình bệnh tương đối ổn định giữa các nghiệm thức… Nhóm cá tăng trưởng và kháng bệnh có tỷ lệ nhiễm ký sinh thấp hơn, mật độ vi khuẩn thấp hơn so với nhóm đối chứng.

Mức độ nhiễm ký sinh trùng và vi khuẩn đều ở mức thấp có thể do một số nguyên nhân khách quan i) Các yếu tố đầu vào như hệ thống bể ương, nước cấp, cá bột được xử lý tốt, không nhiễm mầm bệnh; ii) quy trình chăm sóc, quản lý được thực hiện chặt chẽ; ii) việc áp dụng các giải pháp kỹ thuật hỗ trợ như che bạt kín nhằm hạn chế biến động môi trường do thời tiết, tăng cường siphon đáy và xử dụng vi sinh định kỳ.

4. Kết Luận và Đề Xuất

4.1. Kết luận

Tăng trưởng (về chiều dài và khối lượng) và tỷ lệ sống của dòng cá tăng trưởng và kháng bệnh đều cao hơn dòng đối chứng. Trong suốt quá trình ương, tác nhân gây bệnh được phát hiện xuất hiện trên cả ba nhóm cá, tuy nhiên, mức độ nhiễm thấp và không ghi nhận hiện tượng bùng phát bệnh. Các dòng cá tăng trưởng và kháng bệnh có tỷ lệ nhiễm ký sinh thấp hơn, mật độ vi khuẩn thấp hơn so với dòng đối chứng. Kết quả này cho thấy cá tra bột có nguồn gốc từ các chương trình chọn giống tăng trưởng và kháng bệnh đạt hiệu quả ương nuôi cao hơn so với dòng cá thương mại chưa qua chọn lọc.

4.2. Đề xuất

Ứng dụng trong sản xuất giống: Ưu tiên sử dụng cá bột được sản xuất từ cá bố mẹ chọn để cải thiện tăng trưởng và tỷ lệ sống cho cá giống giai đoạn ương.

Mở rộng đánh giá: Mở rộng quy mô theo dõi đến cuối giai đoạn giống để xác nhận hiệu quả kinh tế và chất lượng các dòng chọn giống.

Hoàn thiện di truyền**:** Nghiên cứu thêm về tương quan di truyền giữa tăng trưởng và kháng bệnh để xây dựng chiến lược chọn giống đa tính trạng hoàn chỉnh, nâng cao chất lượng toàn diện của cá giống.

Lời Cam Đoan

Tác giả cam đoan các số liệu, kết quả và trích dẫn tài liệu tham khảo của bài báo "Đánh giá sinh trưởng, tỉ lệ sống và khả năng kháng bệnh giai đoạn 60 ngày tuổi của dòng cá tra chọn lọc tăng trưởng nhanh và kháng bệnh gan thận mủ" là trung thực.

Lời Cảm Ơn

Nghiên cứu được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu chọn giống cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) kháng bệnh gan thận mủ, 2023 - 2025", Bộ Nông Nghiệp và Môi trường. Chân thành cám ơn Lãnh đạo và các cán bộ tại Trung tâm Quốc gia Giống Thủy sản Nước ngọt Nam Bộ đã tạo điều kiện và hỗ

trợ cho nhóm nghiên cứu thực hiện các nghiên cứu liên quan.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Baras, E., Raynaud, T., Slembrouck, J., Caruso, D., Cochet, C., & Legendre, M. (2011). Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research* 42, 260-276. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02619.x.

Bui, Q. T. (2006). *Fish disease science*. Ha Noi, Vietnam: Agricultural Publishing House.

Do, T. H. (1996). *Study on some major diseases of black tiger shrimp (Penaeus monodon Fabricius, 1798) cultured in the South Central region of Vietnam* (Unpublished doctoral dissertation). Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam.

Do, T. T. H., Nguyen, T. K. H., Nguyen, M. N., Nguyen, T. E., Toyoji Kaneko., & Nguyen, T. P. (2020). Effects of temperature on physiology, growth performance and digestive enzyme activity of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) from fry to small fingerling stage. *Can Tho University Journal of Science* 56(Aquaculture), 1-11. https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2020.032.

DOF (Directorate of Fisheries). (2024). *Proceedings of the Conference on the Annual Review of the Pangasius Sector in 2024 and Discussion on Solutions for Implementing Tasks in 2024*. Ha Noi, Vietnam: Ministry of Agriculture and Rural Development.

Huynh, T. T., Huynh, T. N. H., & Nguyen, T. H. V. (2024). Use of rotifer as feed for striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fry. *Vietnam Journal of Agricultural Science* 6(1), 778-785. https://vie.vjas.vn/index.php/vjasvn/article/view/778.

Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. & Schad, G., (1967). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology* 68(1), 131-133.

Nguyen, D. A., Nguyen, T. K. H., Nguyen, T. P., & Do, H. T. T. (2024). The combined effects of acidic sulfate water and salinity on growth performance and digestive enzyme activities of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *Can Tho University Journal of Science* 60(3), 190-202. https://doi.org/10.22144/ctujos.2024.311.

Nguyen, T. T., Tu, T. Dung., Nguyen, A. T., & Crumlish, M. (2012). First identification of *Flavobacterium columnare* infection in farmed freshwater striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 100(1), 83-88. https://doi.org/10.3354/dao02478.

Nguyen, V. S., (2013). Evaluation of selection efficiency in striped catfish across generations. *Journal of Agriculture and Rural Development* 11, 90-97.

Nguyen, V. S., Tran, H. P., Ha, T. N. N., Nguyen, T. H. N., Nguyen, H. D., Nguyen, T. V., & Dang, V. T. (2018). Growth and survival rate of striped catfish (*Pangasianodon Hypophthalmus*) nursed in cement tanks from larvae to 27-day fry. *Mekong Fisheries Journal* 12, 12-20.

Nguyen, V. T., Nguyen, S. V., Tran, P. H., Nguyen, V. T., & Nguyen, N. H. (2019). Genetic evaluation of a 15-year selection program for high growth in striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture* 509, 221-226. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.034.

Panangala, V. S., Shoemaker, C. A., Santen, V. L., Dybvig, K., & Klesius, P. H. (2007). Multiplex-PCR for simultaneous detection of 3 bacterial fish pathogens, Flavobacterium columnare, Edwardsiella ictaluri, and Aeromonas hydrophila. *Diseases of Aquatic Organisms* 74(3), 199-208. https://doi.org/10.3354/dao074199.

Pham, T. H. (2012). *Survey on the composition of natural food in nursing ponds and the gastrointestinal tract of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus) from larval*

to fry stage (Unpublished Master's thesis). College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Can Tho, Vietnam.

Pham, T. L., Vo, T. T., & Nguyen, H. Q. T. (2020). Effects of planktonic density and size on the survival rate of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus) larvae. *Can Tho University Journal of Science* 56(Special Issue: Aquaculture), 12-20. https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2020.033.

Slembrouck, J., Baras, E., Subagja, J., Hung, L.T., & Legendre. (2009). Survival, growth and food conversion of cultured larvae of *Pangasianodon hypophthalmus*, depending on feeding level, prey density and fish density. *Aquaculture* 294, 52-59.

Tran, H. P., Nguyen, V. S., Ha, T. N. N., Vo, T. H. T., Tran, T. M. N., Nguyen, T. D., Pham, D. K., Nguyen, H. D., Nguyen, T. K., & Huynh, T. B. L. (2021). Effect of the stocking density, duration for *Artemia*-first feeding and the light condition on growth and survival rate of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings in cement tanks. *Mekong Fisheries Journal* 20, 19-32.

Tran, T. P. D. (2021). *Evaluation of the immune responses of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus) families resistant to Bacillary Necrosis of Pangasius (BNP) and identification of immune markers for selective breeding* (Unpublished doctoral dissertation). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.

Truong, Q. P. (2006). *Water quality management in aquaculture ponds*. Can Tho University, Can Tho, Vietnam.

VGP (Vietnam Government Portal). (2024). Decision No. 50/2018/QĐ-TTg dated December 13, 2018, on regulations of key aquaculture species. Retrieved August 20, 2024, from http://chinhphu.vn.

Effects of alkaline-treated rice straw in bovine diets on *in vitro* methane production

Tien Q. Nguyen[1,2], Phuong T. B. Le[1], Khang N. Duong[1,3], & Hai T. Nguyen[1*]

[1]Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2]Pharmaceutical and Veterinary Material J.S.C (HANVET), Ho Chi Minh City, Vietnam

[3]Research and Technology Transfer Center, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: August 08, 2025
Revised: September 20, 2025
Accepted: October 09, 2025

Keywords

Alkaline treatment
In vitro fermentation
Methane emission reduction
Rice straw
Urea and quicklime

***Corresponding author**

Nguyen Thanh Hai
Email:
hai.nguyenthanh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of alkaline-treated rice straw, combined with urea and quicklime powder, on the methane emission reduction *in vitro* in daily diets at the Center for Research and Technology Transfer, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam. The study was conducted using a single factor completely randomized design, with rice straw treatment as the experimental factor, including (1) a control diet currently applied at the farm containing untreated rice straw (UTRS) and (2) a treatment diet in which untreated rice straw was replaced with alkaline-treated rice straw (ATRS). The results showed that alkaline treatment improved the nutritional values (CP, NDF, ADF, GE, DE, and ME) of rice straw. The total volume of gases produced from the control diet was 215.50 mL per incubation bottle at 12 h and 415.00 mL per incubation bottle at 24 h, which were significantly higher than those from the experimental treatment (171.33 and 370.83 mL per incubation bottle, respectively) ($P < 0.001$). The volume of methane produced at 12 and 24 h in the UTRS (23.70 and 56.02 mL per incubation bottle, respectively) was significantly higher than that in the ATRS (16.28 and 41.46 mL per incubation bottle, respectively) ($P < 0.001$). The ratios and volume of methane produced per g of dry matter of feed at 12 and 24 h were also significantly lower in the ATRS ($P < 0.001$). In brief, alkalization of rice straw with urea and quicklime powder in the daily diets of cattle appears to improve the nutritional value and digestibility of rice straw, as well as reduce methane emissions *in vitro*, contributing to the development of a sustainable cattle industry in tropical regions.

Cited as: Nguyen, T. Q., Le, P. T. B., Duong, K. N., & Nguyen, H. T. (2026). Effects of alkaline-treated rice straw in bovine diets on *in vitro* methane production. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 69-77.

Ảnh hưởng của rơm lúa được xử lý kiềm trong khẩu phần của bò lên sự sản sinh khí methane trong ống nghiệm

Nguyễn Quốc Tiến[1,2], Lê Thụy Bình Phương[1], Dương Nguyên Khang[1,3] & Nguyễn Thanh Hải[1*]

[1]Khoa Chăn Nuôi Thú Y, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

[2]Công Ty Cổ Phần Dược và Vật Tư Thú Y (HANVET), TP. Hồ Chí Minh

[3]Trung Tâm Nghiên Cứu và Chuyển Giao Khoa Học Công Nghệ, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 08/08/2025
Ngày chỉnh sửa: 20/09/2025
Ngày chấp nhận: 09/10/2025

Từ khóa

Giảm sinh khí mê-tan
Lên men *in vitro*
Rơm lúa
Urê và vôi sống
Xử lý kiềm

***Tác giả liên hệ**

Nguyễn Thanh Hải
Email:
hai.nguyenthanh@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của rơm lúa xử lý kiềm (kết hợp urê và vôi sống) trong khẩu phần ăn hằng ngày nuôi bò đến khả năng giảm sinh khí mê-tan *in vitro* tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố là phương pháp xử lý rơm lúa, gồm (1) nghiệm thức đối chứng là khẩu phần cơ bản đang áp dụng tại trại có rơm chưa xử lý (ĐCRKU) và (2) thí nghiệm là khẩu phần cơ bản tại trại và thay thế rơm chưa xử lý bằng rơm ủ kiềm (TNRU). Kết quả cho thấy rằng ủ kiềm đã cải thiện giá trị dinh dưỡng (CP, NDF, ADF, GE, DE và ME) của rơm lúa. Tổng thể tích các loại khí sinh ra từ lô ĐCRKU lúc 12 (215,50 mL/bình ủ) và 24 giờ (415,00 mL/bình ủ) cao hơn đáng kể so với TNRU (tương ứng 171,33 và 370,83 mL/bình ủ) ($P < 0,001$). Thể tích khí mê-tan sinh ra lúc 12 và 24 giờ ở lô ĐCRKU (23,70 và 56,02 mL/bình ủ) cao hơn đáng kể so với TNRU (16,28 và 41,46 mL/bình ủ) ($P < 0,001$). Tỷ lệ và thể tích khí mê-tan sinh ra trên g thực liệu lúc 12 và 24 giờ cũng thấp hơn đáng kể ở lô TNRU ($P < 0,001$). Nhìn chung, kiềm hóa rơm lúa trong khẩu phần ăn nuôi bò là một hướng đi tiềm năng nhằm cải thiện giá trị dinh dưỡng và tỷ lệ tiêu hóa của rơm, cũng như làm giảm phát thải khí mê-tan trong chăn nuôi bò, góp phần phát triển chăn nuôi bền vững ở vùng nhiệt đới.

1. Đặt Vấn Đề

Hiện nay, vấn đề thiếu thức ăn thô xanh đang diễn ra trầm trọng ở nhiều địa phương tại Việt Nam, đặc biệt là vào mùa khô (Nguyen & ctv., 2021) do mục đích đất trồng cỏ đang dần bị giảm cùng giá các nguyên liệu thức ăn chăn nuôi ngày càng tăng (Hoai, 2022). Hơn nữa, phát thải khí nhà kính từ ngành chăn nuôi, đặc biệt là khí mê-tan (CH_4) sinh ra từ quá trình lên men dạ cỏ của bò, đang là mối quan tâm lớn trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu. Theo IPCC (2006), CH_4 có tiềm năng gây nóng gấp 28 lần so với CO_2 trong chu kỳ 100 năm, và phần lớn lượng CH_4 trong chăn nuôi bắt nguồn từ hoạt động tiêu hóa của

bò. Do đó, việc tìm kiếm giải pháp nhằm giảm thiểu khí mê-tan nhưng giải quyết được vấn đề thiếu thức ăn thô xanh cùng đảm bảo hiệu quả dinh dưỡng là cần thiết.

Rơm lúa là nguồn phụ phẩm dồi dào, phổ biến trong khẩu phần nuôi bò tại Việt Nam, tuy nhiên hàm lượng lignin và silica cao làm giảm khả năng tiêu hóa (Nguyen & ctv., 2001; Agbagla-Dohnani & ctv., 2003). Các phương pháp xử lý kiềm như dùng urê, vôi sống, hoặc kết hợp đã được chứng minh là cải thiện giá trị sử dụng, tỷ lệ tiêu hóa của rơm và khả năng sinh trưởng của bò thịt (Nguyen & ctv., 2001; Nguyen & ctv., 2025), đồng thời cũng có thể ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật dạ cỏ và sản sinh khí CH_4 (Wanapat & ctv., 2009; Nguyen & ctv., 2022). Tuy nhiên, mức độ phát thải khí mê-tan từ việc xử lý rơm lúa có thể còn phụ thuộc vào các thực liệu khác trong khẩu phần nuôi bò (Inthapanya & Preston, 2014) và nhiều yếu tố khác. Vì vậy, các nghiên cứu xử lý rơm lúa trong khẩu phần ăn đến khả năng giảm sinh khí mê-tan in vitro tại các trại bò ở Việt Nam với khẩu phần ăn cơ bản đang áp dụng tại trại là rất cần thiết để có thêm cơ sở dữ liệu cho những giải pháp tận dụng phụ phẩm nông nghiệp hiệu quả và bền vững tại Việt Nam.

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của rơm lúa xử lý kiềm bằng urê kết hợp vôi sống trong khẩu phần ăn hằng ngày đến khả năng giảm sinh khí mê-tan *in vitro* để góp phần khẳng định tiềm năng áp dụng giải pháp xử lý rơm để nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn từ những nguồn phụ phẩm địa phương trong chăn nuôi bò, góp phần phát triển chăn nuôi bền vững và thân thiện môi trường.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 3 đến 5 năm 2024 tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại Học Nông Lâm, TP. Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố là phương pháp xử lý rơm lúa, gồm nghiệm thức đối chứng là khẩu phần cơ bản đang áp dụng tại trại có rơm chưa xử lý (ĐCRKU) và nghiệm thức thí nghiệm là là khẩu phần cơ bản đang áp dụng tại trại và thay thế rơm chưa xử lý bằng rơm ủ kiềm (TNRU) (Bảng 1). Khẩu phần cơ bản sử dụng thực tế tại trại trong thí nghiệm này bao gồm 24% bụi malt, 38% bã đậu nành và 0,2% premix vitamin-khoáng kết hợp 37,8% rơm lúa (Nguyen & ctv., 2025). Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần, tương ứng với 6 bình ủ khác nhau cho 6 mẫu thức ăn khác nhau từ mỗi nghiệm thức.

Bảng 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm đánh giá xử lý rơm lúa lên phát thải khí *in vitro*

Nghiệm thức	Xử lý rơm	Số lần lặp lại (n)
Đối chứng	Không	6
Thí nghiệm	Ủ kiềm	6

2.2.2. Phương pháp ủ kiềm

Lấy 20 g urê và 20 g vôi bột dạng vôi sống (hàm lượng CaO ≥ 65%) cho vào thùng chứa 1 L nước, khuấy đều và tưới lên 1 kg rơm lúa, và cho vào bao nylon, nén chặt, cột kín và ủ trong 7 ngày, sau đó lấy rơm đã ủ để tiến hành thí nghiệm.

2.2.3. Quy trình phân tích khí *in vitro*

Quy trình đo khí mê-tan bằng hệ thống lên men *in vitro* theo quy trình chuẩn đã được miêu tả chi tiết trong công bố gần đây của Inthapanya & ctv. (2011). Quá trình chuẩn bị mẫu và thực hiện lên men *in vitro* tuân thủ nghiêm ngặt điều kiện yếm khí, nhiệt độ ổn định 38°C và thời gian ủ kéo dài 24 giờ, nhằm mô phỏng quá trình lên men trong dạ cỏ.

Dịch dạ cỏ dê được lấy từ lò mổ ngay sau khi dê được giết mổ. Trong nghiên cứu này, dịch dạ cỏ dê được sử dụng thay cho dịch dạ cỏ bò do điều kiện thực tế tại lò mổ thuận lợi hơn cho việc thu dịch dạ cỏ dê tại thời điểm thực hiện nghiên cứu này, đồng thời hệ vi sinh vật dạ cỏ của dê có nhiều điểm tương đồng với bò nên vẫn đảm bảo tính khoa học của thí nghiệm *in vitro*. Dịch trong dạ cỏ được lọc trực tiếp qua 2 lớp vải để loại bỏ lượng thức ăn còn sót lại, dịch lọc được chứa trong bình giữ nhiệt để giữ ấm (bình thủy), sau đó chuyển nhanh đến phòng thí nghiệm của Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại Học Nông Lâm, TP. Hồ Chí Minh để trộn. Tổng 12 g vật chất khô cơ chất được trộn với 0,24 L dịch lọc dạ cỏ và 0,96 L dung dịch buffer (Bảng 2). Hỗn hợp này được chứa trong bình lên men dung tích 2 L, được bơm đầy thêm bằng CO_2 để tạo môi trường yếm khí và ủ trong bể ở 38°C trong 24 giờ. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần, tương ứng với 6 bình ủ khác nhau cho 6 mẫu thức ăn khác nhau từ mỗi nghiệm thức.

Bảng 2. Thành phần có trong dung dịch buffer dùng trong thí nghiệm[1]

Lượng	$CaCl_2$	$NaHPO_4.12H_2O$	NaCl	Cl	$MgSO_4.7H_2O$	$NaHCO_3$	Cysteine
g/lít	0,04	9,30	0,47	0,57	0,12	9,80	0,25

[1]*Tilley & Terry (1963).*

2.3. Các chỉ tiêu đánh giá

Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn trong khẩu phần: Tiến hành thu thập các mẫu thức ăn của khẩu phần ăn tại trại theo tiêu chuẩn TCVN 13052:2021 (VS, 2021) gồm rơm lúa khô, rơm ủ kiềm, bã nành và bụi malt. Tất cả các mẫu được phân tích vật chất khô (VCK), đạm thô (CP) và xơ thô (CF) theo AOAC (1990; 2005); xơ trung tính (NDF) và xơ axit (ADF) được phân tích theo Soest & ctv (1991); béo thô (EE), năng lượng thô (GE), năng lượng tiêu hóa (DE) và năng lượng trao đổi (ME) được tính toán theo công thức do Sauvant & ctv. (2004) đề xuất.

Tổng thể tích các khí sinh ra: Được đo trực tiếp bằng sự di chuyển của mực nước trong bình thu khí đã được chia vạch 50 mL sau 12 và 24 giờ lên men *in vitro*.

Nồng độ khí mê-tan (CH_4): Được đo bằng máy đo chuyên dụng Crowncon-Triple Plus tại các thời điểm sau 12 và 24 giờ lên men *in vitro*.

Thể tích khí CH_4 (mL) = Tổng lượng khí sinh ra x Nồng độ khí CH_4 / 100.

Thể tích khí CH_4/g thực liệu ủ (mL/g) = Thể tích khí CH_4 (mL) / Số g mẫu thí nghiệm.

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý sơ bộ bằng phần mềm Microsoft Excel 2016 và sau đó, được xử lý thống kê bằng phần mềm Minitab 16.2.0 (Minitab Inc., State College, Pennsylvania, PA, USA) theo bố trí thí nghiệm hoàn toàn ngẫu

nhiên 1 yếu tố. Các giá trị định lượng được được trình bày dưới dạng $\bar{x}$ ± SD và so sánh bằng phương pháp phân tích phương sai theo trắc nghiệm Turkey. Sự khác biệt có ý nghĩa của yếu tố nghiên cứu khi $P < 0,05$.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng



Hình 1. So sánh màu sắc rơm lúa khô không ủ (trái) và rơm lúa sau khi ủ kiềm 7 ngày (phải).

Rơm lúa khô có tỷ lệ VCK rất cao (91,06%), nhưng lại chứa lượng CP rất thấp (3,61%) và hàm lượng NDF cao đạt 73,11% và ADF là 49,67% (Bảng 3). Đây là những yếu tố hạn chế khiến rơm khô khó tiêu hóa và có giá trị dinh dưỡng thấp trong khẩu phần bò (Aquino và ctv., 2020). Sau khi được xử lý bằng phương pháp ủ kiềm, rơm lúa đã cải thiện đáng kể về chất lượng dinh dưỡng khi hàm lượng CP tăng lên, cùng NDF và ADF giảm xuống. Quan sát thực tế cũng cho thấy rơm sau ủ có màu vàng sẫm và mềm hơn so với rơm khô ban đầu (Hình 1). Sự thay đổi này chứng tỏ quá trình xử lý đã phá vỡ một phần cấu trúc lignocellulose, yếu tố chính gây cản trở tiêu hóa, từ đó làm giảm lượng xơ không tiêu hóa và nâng cao khả năng tiếp cận của vi sinh vật dạ cỏ tới các thành phần hữu dụng trong thực vật (Aquino & ctv., 2020). So với các phương pháp xử lý khác như xử lý nhiệt hoặc NH_3, việc kết hợp urê và vôi sống vừa cải thiện giá trị dinh dưỡng vừa cung cấp nguồn nitơ dễ tiêu cho vi sinh vật dạ cỏ, tạo điều kiện cho nhóm vi khuẩn sinh propionat phát triển; từ đó, giảm lượng hydro đi vào con đường sinh CH_4 (Wanapat & ctv., 2009; Nguyen & ctv., 2022). Kết quả này phù hợp với những kết quả nghiên cứu trước đây cho xử lý rơm bằng kiềm là một trong những biện pháp hiệu quả để nâng cao giá trị sử dụng rơm (Sarnklong & ctv., 2010; Nguyen & ctv., 2025). Hơn nữa, kết quả nghiên cứu này cũng đã chỉ ra rằng việc ủ kiềm rơm với việc urê kết hợp vôi sống (CaO) thì không chỉ cải thiện thành phần hóa học mà các giá trị năng lượng (GE, DE và ME) của rơm khô đều được cải thiện hơn.

Ngoài rơm, hai loại thức ăn khác trong khẩu phần thuộc nhóm thức ăn tinh là bã đậu nành và bụi malt được sử dụng nhằm cân đối dinh dưỡng và tỷ lệ năng lượng-đạm trong khẩu phần. Bã đậu nành có hàm lượng CP cao đạt 20,70% VCK và năng lượng trao đổi (ME) tương đối cao đạt 13,90 MJ/kg VCK; còn bụi malt cũng cung

cấp lượng đạm khá cao đạt 12,23% VCK và giá trị ME tương đối cao đạt 11,2 MJ/kg VCK. Việc kết hợp rơm lúa đã xử lý với các nguồn đạm này trong khẩu phần TMR không chỉ nâng cao giá trị dinh dưỡng mà còn góp phần ổn định quá trình lên men dạ cỏ, cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn, khả năng tiêu hóa và lượng VCK tiêu thụ ở bò (Nguyen & ctv., 2025).

Bảng 3. Bảng thành phần dinh dưỡng thực liệu trong khẩu phần

Giá trị dinh dưỡng	Rơm lúa khô	Rơm ủ kiềm	Bã nành	Bụi malt
VCK (%)	91,06	92,06	40,04	91,66
CP (% VCK)	3,61	7,79	20,70	12,23
CF (% VCK)	33,10	32,20	4,83	12,32
NDF (% VCK)	73,11	63,50	33,96	70,86
ADF (% VCK)	49,67	42,17	25,07	29,14
EE (% VCK)	1,38	1,25	1,64	1,48
GE (MJ/kg VCK)	14,90	15,60	16,80	17,20
DE (MJ/kg VCK)	7,00	8,80	16,90	13,60
ME (MJ/kg VCK)	5,74	7,20	13,90	11,20

Ghi chú: VCK, vật chất khô; CP, đạm thô; CF, xơ thô; NDF, xơ trung tính; ADF, xơ axit; EE, béo thô; GE, năng lượng thô; DE, năng lượng tiêu hóa; ME, năng lượng trao đổi.

3.2. Ảnh hưởng của rơm ủ kiềm lên giảm thải mê-tan *in vitro*

Bảng 4. Tổng thể tích (mL/bình ủ) các loại khí

Nghiệm thức	n (mẫu thức ăn)	Tổng thể tích khí sinh ra lúc 12 giờ (mL/bình ủ)	Tổng thể tích khí sinh ra lúc 24 giờ (mL/bình ủ)
Đối chứng	6	$215,50^{a} \pm 8,34$	$415,00^{a} \pm 19,75$
Thí nghiệm	6	$171,33^{b} \pm 6,53$	$370,83^{b} \pm 18,82$
P		< 0,001	< 0,001

Các chữ cái khác nhau ở mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa (P < 0,001).

Tổng thể tích các loại khí sinh ra sau 12 và 24 giờ lên men *in vitro* có sự khác biệt rõ rệt giữa nghiệm thức đối chứng với rơm lúa chưa qua xử lý và thí nghiệm với rơm lúa đã ủ kiềm ($P < 0,001$; Bảng 4). Cụ thể, khẩu phần ăn chứa rơm không xử lý đã sinh ra lượng khí trung bình là 215,50 mL/bình ủ lúc 12 giờ ủ và cao hơn đáng kể so với nghiệm thức thí nghiệm với 171,33 mL/bình ủ ($P < 0,001$). Sau 24 giờ lên men, tổng thể tích khí ở ĐCRKU (415,00 mL/bình ủ) và cao hơn so với TNRU (370,83 mL/bình ủ) ($P < 0,001$).

Kết quả này cho thấy rằng việc xử lý rơm ủ kiềm bằng urê và vôi sống đã làm giảm đáng kể tốc độ sinh khí trong giai từ 0 đến 24 giờ. Như vậy, tác dụng chính của xử lý kiềm là giúp ổn định hệ vi sinh vật và giảm cường độ sinh khí mê-tan, vì quá trình ủ kiềm giúp phá vỡ cấu trúc lignocellulose trong rơm, từ đó làm giảm hàm lượng xơ không tiêu hóa (như NDF và ADF), cải thiện khả năng phân giải chất hữu cơ, cũng đồng thời giảm tốc độ lên men và làm chậm quá trình sinh khí mê-tan (Sarnklong & ctv., 2010).

Bảng 5. Thể tích, phần trăm và thể tích khí mê-tan sinh ra trên g thực liệu

Nghiệm thức	n (mẫu)	Sự sản sinh khí mê-tan trong hệ thống lên men *in vitro*					
		Tỷ lệ (%)		Thể tích (mL/bình ủ)		Thể tích trên g thực liệu (mL/g VCK ủ)	
Thời điểm		12 giờ	24 giờ	12 giờ	24 giờ	12 giờ	24 giờ
Đối chứng	6	$11,00^{a} \pm 0,63$	$13,50^{a} \pm 0,84$	$23,70^{a} \pm 1,55$	$56,02^{a} \pm 4,22$	$1,98^{a} \pm 0,13$	$4,67^{a} \pm 0,35$
Thí nghiệm	6	$9,50^{b} \pm 0,83$	$11,17^{b} \pm 0,41$	$16,28^{b} \pm 1,57$	$41,46^{b} \pm 3,48$	$1,36^{b} \pm 0,13$	$3,46^{b} \pm 0,29$
P		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Các chữ cái khác nhau ở mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa (P < 0,001). VCK: vật chất khô.

Tỷ lệ khí mê-tan sinh ra lúc 12 và 24 giờ sau khi ủ ở lô đối chứng dùng rơm lúa chưa qua xử lý lần lượt là 11,00 và 13,50%, cao hơn đáng kể so với lô thí nghiệm dùng rơm lúa đã kiềm hóa lần lượt 9,50 và 11,17% ($P < 0,001$; Bảng 5). Tương tự, thể tích khí mê-tan sinh ra lúc 12 và 24 giờ sau khi ủ ở lô đối chứng lần lượt là 23,70 và 56,02 mL/bình ủ, cao hơn đáng kể so với lô thí nghiệm lần lượt 16,28 và 41,46 mL/bình ủ ($P < 0,001$). Thể tích khí mê-tan sinh ra trên g thực liệu lúc 12 và 24 giờ (1,98 và 4,67 mL/g VCK ủ) cũng cao hơn đáng kể so với lô thí nghiệm (1,36 và 3,46 mL/g VCK ủ) ($P < 0,001$). Kết quả này cho thấy rằng xử lý rơm bằng urê kết hợp vôi sống có tác dụng góp phần giảm đáng kể khí mê-tan sinh ra, có thể từ việc cấu trúc và thành phần của rơm bị thay đổi theo hướng có lợi cho hệ vi sinh vật da cỏ, giúp vi khuẩn dạ cỏ dễ bám vào, lên men, tiêu hóa hơn, hoặc cải thiện cân bằng vi sinh dạ cỏ theo hướng tạo ra nhiều axit propionic hơn (đủ lượng nitơ và pH phù hợp thì nhóm vi sinh vật tiêu hóa tốt hơn tạo ra nhiều acid propionic hơn) (Nguyen & ctv., 2001; Polyorach & ctv., 2018). Bashar & ctv. (2024) cũng cho thấy rằng nguyên liệu thức ăn từ các nguồn thức ăn phổ biến ở vùng nhiệt đới có khả năng tiêu hóa cao hơn thì có khả năng giảm phát thải CH_4 trong việc xây dựng khẩu phần ăn cho bò, góp phần cải thiện năng suất đồng thời giảm tác động của chăn nuôi đến môi trường.

Từ đó cho thấy việc sử dụng rơm ủ kiềm trong khẩu phần ăn mỗi ngày nuôi bò đã có thể cải thiện giá trị dinh dưỡng của rơm lúa, góp phần giảm phát thải tổng các loại khí và khí mê-tan sinh ra. Đặc biệt, góp phần khẳng định tiềm năng áp dụng giải pháp xử lý rơm để khắc phục thực trạng thiếu thức ăn thô xanh đang diễn ra ở nhiều nơi tại Việt Nam (Nguyen & ctv., 2021) trong chiến lược giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn từ những nguồn phụ phẩm địa phương trong chăn nuôi bò (Nguyen & ctv., 2022; Nguyen & ctv., 2025), góp phần phát triển chăn nuôi bền vững và thân thiện môi trường.

4. Kết Luận

Trong điều kiện thí nghiệm *in vitro*, áp dụng ủ kiềm rơm trong khẩu phần ăn hằng ngày của bò đã có thể cải thiện giá trị dinh dưỡng của rơm lúa, góp phần giảm phát thải tổng các loại khí và khí mê-tan sinh ra. Đặc biệt, góp phần khẳng định tiềm năng áp dụng giải pháp xử lý rơm để khắc phục thực trạng thiếu thức ăn thô xanh đang diễn ra ở nhiều ở Việt Nam trong chiến lược giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao hiệu quả

sử dụng thức ăn từ những nguồn phụ phẩm địa phương trong chăn nuôi bò, góp phần phát triển chăn nuôi bền vững và thân thiện môi trường.

Lời Cam Đoan

Nhóm tác giả cam đoan bài báo chưa được công bố trong bất kỳ ấn bản nào và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ dự án AgriFoSe2030, SLU Global, Thụy Điển và Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Agbagla-Dohnani, A., Nozière, P., Sauvant, D., & Schmidely, P. (2003). Chemical changes and digestion of rice straw treated with urea, ammonia, or sodium hydroxide measured by in vitro and in situ methods. *Animal Feed Science and Technology* 103(1-4), 201-213.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). *Official methods of analysis of AOAC international* (18th ed.). Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists. Retrieved June 15, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). *Official methods of analysis of the AOAC* (15th ed.). Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists. Retrieved May 25, 2024, from https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf.

Aquino, D., Barrio, A. D., Nguyen, X. T., Nguyen, T. H., Duong, N. K., Nguyen, T. T., & Nguyen, V. H. (2020). Rice straw-based fodder for ruminants. In Gummert, M., Hung, N., Chivenge, P., & Douthwaite, B (Eds.), *Sustainable rice straw management* (1st ed., 111-129). Cham, Switzerland: Springer Publisher.

Bashar, M. K., Haese, E., Sultana, N., & Rodehutscord, M. (2024). *In vitro* ruminal fermentation, methane emissions, and nutritional value of different tropical feedstuffs for ruminants. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research* 11(4), 924-935. http://doi.org/10.5455/javar.2024.k842.

Hoai, A. (2022). *Conversion of animal feed under pressure of increasing raw material prices*. Retrieved June 29, 2022, from http://baobacninh.com.vn/chi-tiet-kinh-te/-/details/20182/chuyen-oi-thuc-an-chan-nuoi-truoc-ap-luc-tang-gia-cac-nguyen-lieu.

Inthapanya, S., & Preston, T. R. (2014). Methane production from urea-treated rice straw is reduced when the protein supplement is cassava leaf meal or fish meal compared with water spinach meal in a rumen in vitro fermentation. *Livestock Research for Rural Development* 26(9), 159.

Inthapanya, S., Preston, T. R., & Leng, R. A. (2011). Mitigation of methane production from ruminants by feeding cassava root chips and fresh foliage of taro (Colocacia esculenta) or jackfruit (Artocarpus heterophyllus) in an in vitro incubation using rumen fluid. *Livestock Research for Rural Development* 23(2), 34.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2006). *2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories - Volume 4: Agriculture, forestry and other land use.* Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.

Nguyen, T. H., Nguyen, Q. T., Le, P. B. T., Do, T. D., Nguyen, T. N., & Duong, N. K. (2025). Total mixed ration (TMR) based on alkaline-treated rice straw improves growth rate and feed intake of Sindhi cross-bred cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1465(1), 012023. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1465/1/012023.

Nguyen, V. C., Do, V. L., & Nguyen, T. H. (2021). Efficacy of using by-products to completely replace the daily dietary grass for high-yielding beef crossbred calves in the fattening period from 9 to 12 months of age. *Journal of Animal Husbandry Sciences and Technics* 263, 52-58.

Nguyen, V. L., Tat, T. H., Dinh, D. T., Nguyen, T. H., Ngo, H. P., & Nguyen, T. M. N. (2022). Mitigative efficacy of in vitro methane emission with dietary rations for beef cattle by heat-treating processes. *Journal of Animal Husbandry Sciences and Technics* 281, 84-89.

Nguyen, X. T., Mageno, M., & Cu, X. D. (2001). Effects of treatment of rice straw with lime and/or urea on its intake, digestibility and rumen liquor characteristics in cattle. *Livestock Research for Rural Development* 13(4), 36.

Polyorach, S., Wanapat, M., Cherdthong, A., Gunun, P., Gunun, N., & Kang, S. (2018). Assessment of the nutritive value of urea–calcium hydroxide-treated rice straw by in sacco technique. *Animal Production Science* 59(9), 1667-1673. https://doi.org/10.1071/AN18083.

Sarnklong, C., Cone, J. W., Pellikaan, W., & Hendriks, W. H. (2010). Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23(5), 680-692. https://doi.org/10.5713/ajas.2010.80619.

Sauvant, D., Perez, J. M., & Tran, G. (2004). *Tables of composition and nutritional value of feed materials: Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish*. Paris, France: Wagening Academic Publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-668-7.

Soest, V. P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of The British Grassland Society* 18, 104-111. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.

Vietnam Standards (VS). (2021). *TCVN 13052:2021 - Animal feeding stuffs - Sampling*. Ha Noi, Vietnam: Directorate for Standards, Metrology and Quality.

Wanapat, M., Kang, S., Polyorach, S., & Bureenok, S. (2009). Effect of treating rice straw with urea and calcium hydroxide on feed intake, digestibility and rumen fermentation. *Tropical Animal Health and Production* 41(4), 557-563. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.05.001.

Effects of dietary supplementation with antibiotics and herbs on the growth performance of Anh Dao ducks

Phung T. K. Bui[1], Tran P. U. Cao[1], Chi T. D. Tran[1,2], Tai T. Le[3], & Tung M. Che[1*]

[1]Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2]Dong Nai Province Sub-Department of Animal Husbandry and Fisheries

[3]Ngo Thi Huynh Nga Duck Farm, Tay Ninh, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: January 02, 2026
Revised: March 25, 2026
Accepted: March 29, 2026

Keywords

Anh Dao ducks
Antibiotics
Garlic
Ginger
Turmeric

***Corresponding author**

Che Minh Tung
Email:
tung.cheminh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

This study investigated the effects of supplementing farm-used antibiotics (AB) and a Vietnamese herbal product (TMV) in the diets of Anh Dao ducks. A total of 1,200 one-day-old ducks were randomly allocated to four experimental groups with two factors: AB and TMV (group 1: No AB and 0 g TMV; group 2: No AB and 3 g TMV; group 3: With AB and 0 g TMV; group 4: With AB and 3 g TMV). Ducks were raised until 35 days of age. Results showed that survival rates were relatively high in all groups (> 97%). The weekly live body weight of ducks in groups receiving AB or TMV was significantly higher than that of group 1 ($P < 0.001$). Ducks in groups 3 and 4 also had higher live body weights than those in group 2 ($P < 0.05$). Additionally, there was an AB x TMV interaction for the live body weight ($P < 0.001$). Feed intake and body weight gain in groups 2, 3, and 4 were all higher than those in group 1, especially during weeks 3, 4, and 5 ($P < 0.05$). There were no significant differences in feed conversion ratio among groups ($P > 0.05$). At 35 days of age, AB, TMV, or their interaction did not affect the flock uniformity of Anh Dao ducks ($P > 0.05$). Briefly, dietary supplementation of AB and TMV, either individually or in combination, had positive effects on feed intake, growth rate, and live body weight in Anh Dao ducks.

Cited as: Bui, P. T. K., Cao, T. P. U., Tran, C. T. D., Le, T. T., & Che, T. M. (2026). Effects of dietary supplementation with antibiotics and herbs on the growth performance of Anh Dao ducks. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 78-88.

Ảnh hưởng của việc bổ sung kháng sinh và thảo dược vào thức ăn đến khả năng sinh trưởng của vịt Anh Đào

Bùi Thị Kim Phụng[1], Cao Phước Uyên Trân[1], Trần Thị Diễm Chi[1,2], Lê Thành Tài[3] & Chế Minh Tùng[1*]

[1]Khoa Chăn Nuôi Thú Y, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

[2]Chi Cục Chăn Nuôi Thú Y và Thủy Sản, TP. Đồng Nai

[3]Trại Vịt Ngô Thị Huỳnh Nga, Tây Ninh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 02/01/2026
Ngày chỉnh sửa: 25/03/2026
Ngày chấp nhận: 29/03/2026

Từ khóa

Gừng
Kháng sinh
Nghệ
Tỏi
Vịt Anh Đào

***Tác giả liên hệ**

Chế Minh Tùng
Email:
tung.cheminh@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Để đánh giá hiệu quả việc bổ sung nhóm kháng Sinh (KS) hiện dùng tại trại và chế phẩm Thảo Mộc Việt (TMV) vào thức ăn ảnh hưởng lên sinh trưởng của vịt Anh Đào, khảo sát được thực hiện với 1.200 vịt 1 ngày tuổi, phân ngẫu nhiên với tỷ lệ trống mái như nhau vào 4 nghiệm thức, với 2 yếu tố KS và TMV (NT1: Không KS + 0 g TMV; NT2: Không KS + 3 g TMV/kg thức ăn; NT3: Có KS + 0 g TMV; NT4: Có KS + 3 g TMV/kg thức ăn), vịt nuôi đến 35 ngày tuổi. Kết quả cho thấy tỷ lệ sống của vịt ở các nghiệm thức khá tốt (> 97%). Khối lượng sống (KLS) của vịt theo tuần ở các NT2, 3 và 4 là tốt hơn so với NT1 ($P < 0,001$). Vịt ở NT3 và NT4 cũng có KLS cao hơn vịt ở NT2 ($P < 0,05$). Ngoài ra, có sự tương tác khi dùng KS và TMV lên KLS của vịt ($P < 0,001$). Lượng thức ăn và tăng KL vịt ở các nghiệm thức 2, 3, 4 đều cao hơn NT1, thể hiện rõ từ tuần thứ 3, 4, 5 ($P < 0,05$). Về hệ số chuyển hóa thức ăn, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($P > 0,05$). Ở 35 ngày tuổi, KS, TMV hay sự tương tác của chúng đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ đồng đều của đàn giữa các nghiệm thức ($P > 0,05$). Tóm lại, việc bổ sung KS và TMV riêng lẻ hay kết hợp đã có những ảnh hưởng tích cực lên lượng thức ăn tiêu thụ, tốc độ sinh trưởng và khối lượng sống của vịt Anh Đào.

1. Đặt Vấn Đề

Trong xu thế phát triển nông nghiệp, ngành chăn nuôi gia cầm đã và đang có nhiều chuyển biến tích cực, với các mô hình sản xuất an toàn sinh học, giảm kháng sinh và nâng cao chất lượng. Theo nhiều nghiên cứu, việc giảm dùng kháng sinh trong chăn nuôi đã trở thành định hướng toàn cầu. Các nước châu Âu, Mỹ và châu Á đang chuyển mạnh sang sử dụng các phụ gia sinh học và chế phẩm thảo mộc thay thế kháng sinh trong chăn nuôi vừa đảm bảo năng suất và giảm rủi ro về sức khỏe cộng đồng (Abdelli & ctv., 2021; Alem, 2024). Tại Đông Nam Á, nghiên cứu trên vịt Alabio cho thấy việc bổ sung các thảo mộc có chứa curcumin và allicin giúp cải thiện tăng trọng, hệ số chuyển hoá thức ăn và tỷ lệ sống so với nhóm đối chứng (Windisch & ctv., 2008; Biyatmoko & ctv., 2021; Masood & ctv., 2022). Ở Trung Quốc, theo Ren & ctv. (2024) ghi nhận

việc sử dụng chất phụ gia có nguồn gốc thực vật giúp cải thiện tăng trưởng, chất lượng thịt và hệ vi sinh ruột trên gia cầm nuôi công nghiệp.

Tại Việt Nam, theo Nguyen & ctv. (2015) và Ho & Nguyen (2019) chế phẩm thảo mộc việt có hiệu quả giúp tăng sức đề kháng, ổn định hệ tiêu hóa, hỗ trợ tăng trọng và cải thiện chất lượng thịt ở gia cầm trên gà và ngan; hay theo Biyatmoko & ctv. (2021) trên vịt Alabio cũng đã ghi nhận hỗn hợp thảo mộc giúp cải thiện tăng trọng và hệ số chuyển hóa thức ăn, hơn nữa chưa có nhiều dữ liệu trên vịt Anh Đào sử dụng thảo mộc trong điều kiện trại thương phẩm tại Việt Nam.

Với các cơ sở trên, việc tìm hiểu ảnh hưởng của bổ sung kháng sinh và chế phẩm có nguồn gốc thảo mộc tự nhiên vào thức ăn đến sinh trưởng vịt Anh Đào trong suốt quá trình chăn nuôi là cần thiết cho việc bổ sung các dẫn liệu thực nghiệm cụ thể để định hướng chăn nuôi vịt theo hướng an toàn, không kháng sinh, bền vững.

2. Vật Liệu Và Phương Pháp

2.1. Vật liệu và động vật thử nghiệm

Thí nghiệm sử dụng chế phẩm Thảo Mộc Việt (TMV gồm: tỏi - nghệ - gừng) được sản xuất bởi công ty Biovita và Nhóm kháng Sinh (KS) của trại, với nhiều loại kháng sinh khác nhau (Lincospec là thuốc phối hợp giữa Lincomycin và Spectinomycin 500 g/1000 L nước để phòng các bệnh đường ruột và hô hấp giai đoạn 7 - 8 ngày; Cefalexin 1 kg/1500 L giai đoạn 9 - 15 ngày tuổi để kiểm soát nhiễm khuẩn kế phát; Enrofloxacin 1,5 L và Colistin 1,5 kg/3000 L giai đoạn 23 - 30 ngày tuổi để khống chế bệnh đường ruột và hô hấp). Tổng 1.200 con vịt 1 ngày tuổi giống Anh Đào, trống mái được phân ngẫu nhiên và đồng đều ở các nghiệm thức, được nuôi đến 35 ngày tại trại Ngô Thị Huỳnh Nga, Thạnh Hóa, Tây Ninh.

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên 2 yếu tố (chế phẩm TMV và nhóm KS với 4 nghiệm thức. Lượng TMV: 0 và 3 g TMV/ kg TA; lượng KS: không dùng KS và có dùng KS theo liều dùng của trại. Vịt được nuôi trong kiểu thiết kế chuồng lạnh kín 3 tầng, mỗi lồng 15 con và quy trình chăm sóc nuôi dưỡng tiêm phòng vaccin theo quy trình của trại. Chi tiết các nghiệm thức ở Bảng 1 và thành phần dinh dưỡng thức ăn ở Bảng 2.

Bảng 1. Chi tiết các nghiệm thức thí nghiệm

Kháng Sinh	Không KS		Có KS		Tổng
Chế phẩm (g/kg TA)	0	3	0	3	
Nghiệm thức (NT)	NT1	NT2	NT3	NT4	
Lặp lại (lồng)	20	20	20	20	80
Số vịt (con/lồng)	15	15	15	15	15
Tổng số vịt (con/NT)	300	300	300	300	1.200

KS: Kháng sinh; TMV: Thảo Mộc Việt; TA: Thức ăn.

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng thức ăn thí nghiệm

Thành phần dinh dưỡng[1]	Ngày tuổi	
	0 - 14	15 - xuất chuồng
Năng lượng trao đổi (Kcal/Kg, tối thiểu)	2.900	3.000
Vật chất khô (%, tối thiểu)	87	87
Protein thô (%, tối thiểu)	20	17
Xơ (%, tối đa)	6	7
Canxi (%, tối thiểu – tối đa)	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3
Photpho tổng số (%, tối thiểu – tối đa)	0,35 - 0,8	0,35 - 0,8
Lysine tổng số (%, tối thiểu)	1,12	0,98
Methionine + cystine tổng số (%, tối thiểu)	0,8	0,78

[1]*Thành phần dinh dưỡng thức ăn vịt cung cấp bởi công ty TNHH Deheus.*

2.3. Các chỉ tiêu khảo sát

Tỷ lệ nuôi sống (TLNS): Tỷ lệ nuôi sống dựa vào số vịt còn sống cuối kỳ và số vịt đầu kỳ, với công thức: TLNS (%) = (Tổng số vịt cuối kỳ/Tổng số vịt đầu kỳ) x 100.

Khối lượng sống, tăng khối lượng, tiêu thụ thức ăn hàng ngày, hệ số chuyển hóa thức ăn: Vịt con được cân theo lồng khi bắt đầu thí nghiệm và ở mỗi tuần. Vịt được cân cùng 1 thời điểm: vào buổi sáng trước khi cho ăn. Khối lượng sống bình quân (KLSBQ) và tăng khối lượng (TKLBQ) tính theo công thức sau:

KLSBQ (g/con) = Tổng khối *lượng* cân được/ Tổng số vịt *được cân*.

TKLBQ (g/ngày) = Tổng tăng khối lượng trong giai đoạn thí nghiệm/Tổng số ngày vịt hiện diện.

Lượng thức ăn cho vịt ăn và còn lại trong máng được ghi nhận hàng ngày để tính tiêu tốn thức ăn hàng ngày (TTTAHN). Ngày vịt chết hay loại thải và khối lượng cơ thể vịt được ghi nhận để đưa vào công thức tính TTTAHN và tăng trọng TKLBQ theo Bui & ctv. (2011), TTTAHN và FCR tính theo công thức sau:

TTTAHN (g/ngày) = Tổng lượng thức ăn tiêu thụ/Tổng số ngày vịt hiện diện.

FCR = Tổng lượng thức ăn tiêu thụ/Tổng tăng khối lượng của vịt.

Độ đồng đều của đàn: Ở 7 và 35 ngày tuổi, cân từng cá thể vịt ở các nghiệm thức để tính tỷ lệ đồng đều về khối lượng cơ thể. Tỷ lệ đồng đều của đàn vịt ở mỗi nghiệm thức được tính công thức của Vasdal & ctv. (2019) như sau:

TLĐĐ (%) = (Số con có KL cơ thể trong khoảng KLSBQ ± 10% KLSBQ)/Tổng số con x 100%.

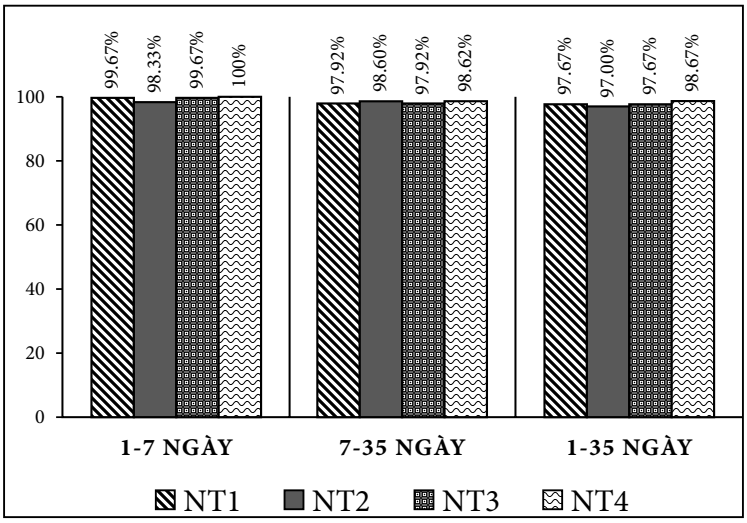
2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu phân tích với mô hình tuyến tính hỗn hợp (GLM), 2 yếu tố thí nghiệm là yếu tố cố định, dùng các trắc nghiệm F, Tukey và Chi-square bằng R version 4.3.2 (The R Foundation for Statiscal Computing, 2023). Sự khác biệt giữa các giá trị được xem là có ý nghĩa khi $P < 0,05$.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Tỷ lệ nuôi sống

Kết quả về tỷ lệ nuôi sống được trình bày ở Hình 1. Sau 7 ngày nuôi, đàn vịt có giảm về số lượng ở các nghiệm thức chỉ bổ sung kháng sinh (NT3), TMV (NT2) hoặc không bổ sung cả 2 (NT1). Lúc 7 đến 35 ngày tuổi, số vịt ở các nghiệm thức đều hao hụt nhiều hơn so với giai đoạn đầu, do thời gian nuôi dài hơn. Tính chung 1 - 35 ngày, tỷ lệ hao hụt ở nghiệm thức có dùng KS kết hợp 3 g TMV thấp (NT4) hơn các nghiệm thức còn lại, với tỷ lệ sống cao nhất là 98,67%. Tuy nhiên, dưới điều kiện chăn nuôi tại trang trại này, các nghiệm thức có tỷ lệ nuôi sống đạt đều ở mức tốt trong chăn nuôi > 97%. Kết quả này tương đương với nghiên cứu của Bui & ctv. (2025) khi bổ sung 1, 2 và 3 g gừng, tỏi, nghệ trên vịt Anh Đào từ 1 - 35 ngày tuổi có tỷ lệ nuôi sống từ 94,67 - 98,67%.



Hình 1. Tỉ lệ nuôi sống (%). Nghiệm thức (NT)1 (Đối chứng); NT2 (Thảo Mộc Việt); NT3 (Kháng sinh); NT4 (Kháng sinh + Thảo Mộc Việt).

3.2. Khối lượng sống

Vịt có khối lượng sống bình quân khi bắt đầu thí nghiệm ở các nghiệm thức khá tương đồng nhau (1 ngày tuổi, $P > 0,05$). Sau 1 tuần, các nghiệm thức có bổ sung chế phẩm TMV (263,44 g/con) hoặc có KS (265,01 g/con) đều có khối lượng thấp hơn rõ so với nghiệm thức không bổ sung TMV (270,34 g/con) và không kháng sinh (268,78 g/con) với $P < 0,001$ (Bảng 3). Kết quả cũng cho thấy có sự tương tác giữa KS và chế phẩm TMV ở giai đoạn này ảnh hưởng lên KLSBQ của vịt nuôi ($P < 0,05$). Như vậy, trong giai đoạn đầu tác dụng của việc bổ sung chế phẩm hoặc kháng sinh vào thức ăn có gây ra những tác động lên tăng trọng của vịt, do chưa quen và chưa thích ứng nên tác động này kéo KLSBQ của các nghiệm thức có bổ sung chế phẩm hoặc kháng sinh đều ở mức thấp, thậm chí việc bổ sung cả 2 lúc này đã có sự tương tác làm khối lượng vịt lúc 7 ngày thấp hơn rõ rệt. Tuy nhiên, từ tuần thứ 2 trở đi, KS và TMV đã bộc lộ vai trò hỗ trợ sinh trưởng và sức sống cho đàn, nhờ vậy mà KLSBQ ở các nghiệm thức có bổ sung KS hoặc TMV đều cao hơn so với nghiệm thức không bổ sung ($P < 0,01$). Hiệu quả này thể hiện rõ nhất vào lúc vịt xuất chuồng (35 ngày tuổi), và có sự tương tác rõ giữa KS với TMV ảnh hưởng lên khối lượng vịt ở khoảng 2 tuần cuối giai đoạn nuôi. Cụ thể, trong điều kiện không dùng KS thì nên dùng TMV thay thế sẽ cho vịt có khối lượng sống tốt hơn, nhưng nếu có dùng KS thì việc bổ sung thêm TMV là không cần thiết.

Bảng 3. Khối lượng sống bình quân (g/con)

TSTK	Ngày tuổi					
	1	7	14	21	28	35
Chế phẩm TMV						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}_{0\ gTMV}$	52,1	270[a]	729	1375[b]	2075[b]	2851[b]
$\bar{X}_{3\ gTMV}$	51,8	263[b]	732	1400[a]	2120[a]	2929[a]
SEM	18,0	1,26	3,34	4,75	7,80	10,9
P	0,181	< 0,001	0,546	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Kháng sinh						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}_{Không\ KS}$	51,8	269[a]	723[b]	1361[b]	2034[b]	2798[b]
$\bar{X}_{Có\ KS}$	52,1	265[b]	737[a]	1414[a]	2161[a]	2983[a]
SEM	18	1,26	3,34	4,75	7,80	10,88
P	0,208	0,037	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tương tác						
n (lồng)	20	20	20	20	20	20
$\bar{X}_{Không\ KS\ x\ 0\ gTMV}$	52,1	270[a]	722	1343[c]	1985[c]	2724[c]
$\bar{X}_{Không\ KS\ x\ 3\ gTMV}$	51,5	267[a]	725	1379[b]	2083[b]	2871[b]
$\bar{X}_{Có\ KS\ x\ 0\ gTMV}$	52,1	270[a]	736	1407[a]	2165[a]	2978[a]
$\bar{X}_{Có\ KS\ x\ 3\ gTMV}$	52,0	260[b]	738	1421[a]	2156[a]	2987[a]
SEM	z25,4	1,78	4,73	6,72	11,03	15,38
P	0,304	0,033	0,901	0,105	< 0,001	< 0,001

[a,b] *Các giá trị trung bình cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa (P < 0,05). TSTK: Tham số thống kê; TMV: Thảo Mộc Việt.*

3.3. Tăng khối lượng

Kết quả về TKLBQ được trình bày trong Bảng 4. Việc dùng 3 g TMV trong khẩu phần trong tuần đầu làm tăng trọng vịt có phần thấp hơn so không dùng ($P < 0,001$), tuy nhiên đến tuần thứ 2 TKLBQ ở nhóm có dùng 3 g TMV đã bắt kịp

tăng trọng của nhóm không dùng ($P > 0,05$) và các tuần tiếp theo thì nhóm có dùng 3 g TMV đã có tăng trọng vượt trội hơn so với không bổ sung ($P < 0,05$). Kết quả này giống với nghiên cứu bổ sung curcumin tăng hiệu suất tăng trưởng và khả năng chống oxy hóa trên vịt thịt so với nghiệm thức không bổ sung (Jin & ctv., 2021).

Bảng 4. Tăng khối lượng sống bình quân (g/ngày)

TSTK	Giai đoạn (tuần)					
	1	2	3	4	5	0 - 5
Chế phẩm TMV						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}$ 0 gTMV	31,1[a]	64,1	91,9[b]	100[b]	110[b]	79,0[b]
$\bar{X}$ 3 gTMV	30,2[b]	65,5	95,4[a]	103[a]	116[a]	81,4[a]
SEM	18,4	15,7	0,59	0,93	1,31	0,30
P	< 0,001	0,052	0,000	0,026	0,005	< 0,001
Kháng sinh						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}$ Không KS	30,9	63,5[b]	91,1[b]	96,1[b]	109[b]	77,5[b]
$\bar{X}$ Có KS	30,4	66,1[a]	96,2[a]	106,9[a]	118[a]	82,9[a]
SEM	18,4	15,7	0,59	0,93	1,31	0,30
P	0,055	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tương tác						
n (lồng)	20	20	20	20	20	20
$\bar{X}$ Không KS x 0 gTMV	31,1[a]	63,1[b]	88,6[c]	91,7[c]	104[b]	75,4[c]
$\bar{X}$ Không KS x 3 gTMV	30,8[a]	63,9[b]	93,5[b]	100,6[b]	113[a]	79,7[b]
$\bar{X}$ Có KS x 0 gTMV	31,2[a]	65,1[ab]	95,2[ab]	108,4[a]	116[a]	82,6[a]
$\bar{X}$ Có KS x 3 gTMV	29,6[b]	67,0[a]	97,3[a]	105,4[ab]	119[a]	83,1[a]
SEM	26,0	22,3	0,84	1,31	1,85	0,43
P	0,021	0,430	0,100	< 0,001	0,143	< 0,001

[a,b]Các giá trị trung bình cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt nhau có ý nghĩa (P < 0,05). TSTK: Tham số thống kê; TMV: Thảo Mộc Việt.

Việc dùng KS kết quả cũng tương tự như dùng TMV, các nghiệm thức có dùng KS đều cho tăng khối lượng cao hơn so với không bổ sung ở các tuần 2, 3, 4, 5, kéo theo kết quả tính chung toàn giai đoạn nghiệm thức dùng KS cũng có TKLBQ cao hơn không dùng KS ($P < 0,001$). Phân tích tương tác cho thấy có sự tương tác giữa KS và TMV khi tính chung toàn giai đoạn ($P < 0,001$): nếu không dùng KS thì việc bổ sung 3 g TMV sẽ mang lại kết quả tăng khối lượng cho vịt tốt hơn

($P < 0,05$), nhưng đã dùng KS thì việc bổ sung thêm 3 g TMV chưa mang lại khác biệt rõ so với không bổ sung ($P > 0,05$). Các kết quả này lý giải rõ hơn cho hiệu quả TKLSBQ thu được ở Bảng 4 đối với việc dùng TMV và KS.

3.4. Lượng thức ăn tiêu thụ

Lượng thức ăn tiêu thụ bình quân của vịt theo tuần được trình bày ở Bảng 5. Kết quả này khá phù hợp với tăng khối lượng thu được ở Bảng 4, vịt có xu hướng ăn nhiều hơn ở các nghiệm thức có bổ sung TMV và KS, thể hiện rõ từ tuần thứ 3, 4, 5, với các nghiệm thức có bổ sung lượng thức ăn sử dụng cao hơn đáng kể so với không bổ sung ($P < 0,05$). Tương tác giữa dùng KS và TMV thể hiện rõ ở các tuần 4, 5 và tính chung toàn thí nghiệm. Nếu không bổ sung KS, việc bổ sung TMV sẽ giúp vịt ăn nhiều hơn, tuy vậy, nếu bổ sung KS thì việc bổ sung TMV cũng chưa tạo được khác biệt rõ so với không bổ sung TMV ($P > 0,05$).

Bảng 5. Lượng thức ăn tiêu thụ bình quân (g/ngày)

TSTK	Giai đoạn(tuần)					
	1	2	3	4	5	0 - 5
Chế phẩm TMV						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}_{0\ gTMV}$	32,5^{b}	88,9	147^{b}	184^{b}	218^{b}	133^{b}
$\bar{X}_{3\ gTMV}$	34,5^{a}	90,1	153^{a}	193^{a}	230^{a}	139^{a}
SEM	0,21	0,96	1,4	1,92	2,22	0,91
P	< 0,001	0,383	0,005	0,001	0,02	< 0,001
Kháng sinh						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}_{Không\ KS}$	33,3	88,1^{b}	144^{b}	180^{b}	215^{b}	131^{b}
$\bar{X}_{Có\ KS}$	33,6	90,9^{a}	157^{a}	198^{a}	233^{a}	142^{a}
SEM	0,21	0,96	1,4	1,92	2,22	0,91
P	0,313	0,045	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tương tác						
n (lồng)	20	20	20	20	20	20
$\bar{X}_{Không\ KS\ x\ 0\ gTMV}$	32,2^{b}	87,6	140^{c}	172^{c}	205^{b}	126^{c}
$\bar{X}_{Không\ KS\ x\ 3\ gTMV}$	34,4^{a}	88,7	148^{b}	188^{b}	224^{a}	135^{b}
$\bar{X}_{Có\ KS\ x\ 0\ gTMV}$	32,8^{b}	90,3	155^{ab}	197^{ab}	230^{a}	140^{ab}
$\bar{X}_{Có\ KS\ x\ 3\ gTMV}$	34,5^{a}	91,5	158^{a}	199^{a}	235^{a}	143^{a}
SEM	0,30	1,36	1,97	2,71	3,14	1,29
P	0,358	0,961	0,341	0,013	0,023	0,026

^{a,b}Các giá trị trung bình cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt nhau có ý nghĩa (P < 0,05). TSTK: Tham số thống kê; TMV: Thảo Mộc Việt.

3.5. Hệ số chuyển hóa thức ăn

Với hệ số chuyển hóa thức ăn được trình bày trong Bảng 6, chưa thấy có sự khác biệt thống kê ở các nghiệm thức ($P > 0,05$). Như vậy, dùng KS cũng như TMV ở mức 3 g chưa có ảnh hưởng khác biệt rõ rệt lên khả năng hấp thu và chuyển hóa thức ăn của vịt.

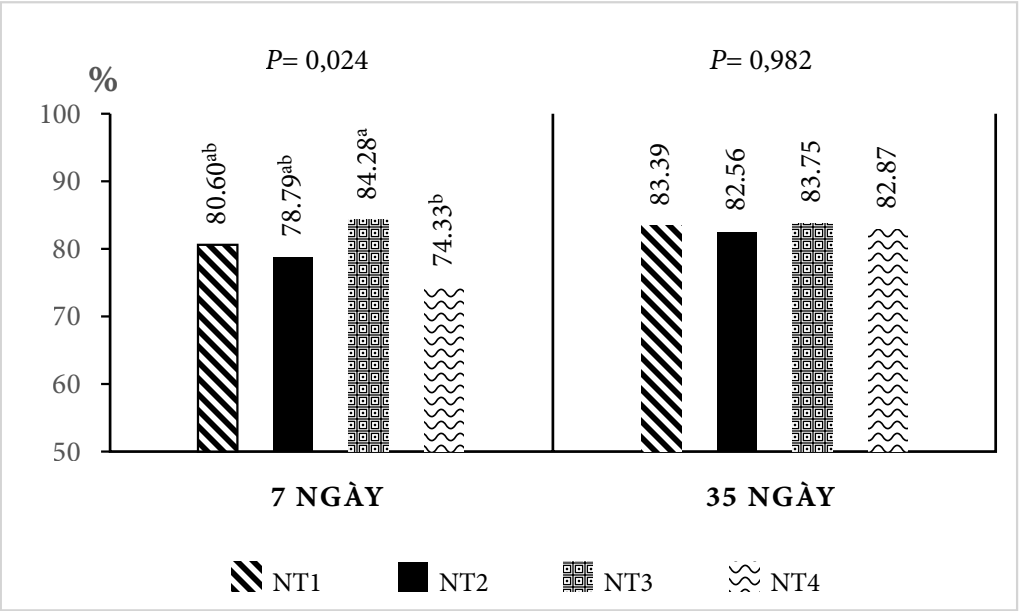
Bảng 6. Hệ số chuyển hóa thức ăn (kg thức ăn/kg tăng khối lượng)

TSTK	Giai đoạn (tuần)					
	1	2	3	4	5	0 - 5
Chế phẩm TMV						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}_{0\ gTMV}$	1,04	1,39	1,61	1,85	1,98	1,68
$\bar{X}_{3\ gTMV}$	1,14	1,38	1,60	1,88	2,00	1,71
SEM	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
P	0,000	0,544	0,976	0,311	0,976	0,208
Kháng sinh						
n (lồng)	40	40	40	40	40	40
$\bar{X}_{Không\ KS}$	1,08	1,39	1,58[b]	1,87	1,99	1,69
$\bar{X}_{Có\ KS}$	1,11	1,38	1,63[a]	1,86	1,99	1,70
SEM	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
P	0,043	0,541	0,041	0,702	0,646	0,379
Tương tác						
n (lồng)	20	20	20	20	20	20
$\bar{X}_{Không\ KS\ x\ 0\ gTMV}$	1,04[b]	1,39	1,58	1,87	1,97	1,68
$\bar{X}_{Không\ KS\ x\ 3\ gTMV}$	1,12[a]	1,39	1,58	1,87	2,01	1,70
$\bar{X}_{Có\ KS\ x\ 0\ gTMV}$	1,05[b]	1,39	1,63	1,82	1,99	1,69
$\bar{X}_{Có\ KS\ x\ 3\ gTMV}$	1,17[a]	1,37	1,63	1,90	1,99	1,72
SEM	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02
P	0,338	0,575	0,843	0,234	0,616	0,881

[a,b]Các giá trị trung bình cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt nhau có ý nghĩa (P < 0,05). TSTK: Tham số thống kê; TMV: Thảo Mộc Việt.

3.6. Độ đồng đều

Ở ngày tuổi thứ 7 và 35, vịt được tính toán độ đồng đều và kết quả được trình bày ở Hình 2. Sau 1 tuần nuôi (7 ngày tuổi), vịt ở các nghiệm thức chỉ bổ sung KS hoặc không bổ sung gì cả có tỷ lệ đồng đều cao hơn rõ rệt so với nghiệm thức bổ sung cả kháng sinh và TMV cùng 1 lúc ($P < 0,05$). Điều này cho thấy tác dụng của TMV và KS ở tuần đầu chưa thực sự cần thiết và chưa phát huy được tác dụng mạnh mẽ, có thể do lúc này cơ thể chưa phù hợp để kết hợp phát huy cũng như thích ứng với các bổ sung bên ngoài mà chủ yếu là từ sức khỏe sinh trưởng nội tại của các cá thể. Bên cạnh đó, đánh giá này chỉ mới trong giai đoạn ngắn 7 ngày nên chưa thấy được tác dụng rõ rệt của các chất bổ sung trong điều kiện nuôi dài và có biến động ngoại cảnh nhiều hơn. Đến khi vịt đạt 35 ngày tuổi, độ đồng đều về khối lượng sống của vịt giữa các nghiệm thức không còn khác biệt có ý nghĩa thống kê nữa ($P > 0,05$). Kết quả này cho thấy việc bổ sung KS hoặc 3 g TMV không làm ảnh hưởng khác biệt lên độ đồng đều của đàn vịt. Với điều kiện chăn nuôi của trại, độ đồng đều của đàn lúc xuất đạt trên 80% là ở mức khá tốt.



Hình 2. Tỷ lệ đồng đều về khối lượng đàn vịt lúc 7 và 35 ngày tuổi. Nghiệm thức (NT)1 (Đối chứng); NT2 (Thảo Mộc Việt); NT3 (Kháng sinh); NT4 (Kháng sinh + Thảo Mộc Việt).

4. Kết Luận

Kết quả thí nghiệm đã cho thấy việc bổ sung kháng sinh và chế phẩm Thảo Mộc Việt với liều 3 g/kg thức ăn đã mang lại hiệu quả tích cực trong sinh trưởng của vịt Anh Đào. Tuy nhiên trong điều kiện tại trại, chế phẩm Thảo Mộc Việt chưa thể hiển vai trò vượt trội hẳn so với nhóm kháng sinh trại đang dùng. Với tỷ lệ nuôi sống và độ đồng đều thì việc bổ sung cả 2 loại này chưa có ảnh hưởng khác biệt so với đối chứng. Để hướng đến việc hạn chế dùng kháng sinh trong chăn nuôi, kết quả này cho thấy trại có thể dùng chế phẩm Thảo Mộc Việt, nhưng cần nghiên cứu thêm về liều lượng dùng, đánh giá tồn dư kháng sinh (khi dùng kết hợp) và hiệu quả kinh tế.

Lời Cam Đoan

Nhóm tác giả cam đoan bài báo chưa được công bố trong bất kỳ nghiên cứu nào và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ trang trại vịt Ngô Thị Huỳnh Nga, tỉnh Thạnh Hóa, Tây Ninh.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: achievements, limitations, and future challenges. *Animals* 11(12), 3471. https://doi.org/10.3390/ani11123471.

Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. *Heliyon* 10(3), e2497. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24973.

Biyatmoko, D., Juhairiyah, Prasetio, B., Santoso, U., & Rostini, T. (2021). The phytobiotic effect of herbs as a growth promoter on Alabio meat ducks. *Livestock Research for Rural Development* 33(5), 62.

Bui, D. H., Nguyen, M. T., Nguyen, S. T., & Nguyen, D. H. (2011). *Indicators used in poultry production research*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Agricultural Publishing House.

Bui, P. T. K., Cao, T. P. U., Le, T. T., & Nguyen, N. T. (2025). Effect of supplementing biological product including garlic, turmeric, ginger in feed on productivity and survival rate of Cherry Valley duck from 1 to 35 days old. *In Proceedings of The National Conference on Biotechnology* (295-300). Ho Chi Minh City, Vietnam: Nong Lam University.

Ho, N. T. B., & Nguyen, U. T. (2019). Garlic powder improves the productivity and meat quality of Muscovy-duck hybrids. *Journal of Animal Husbandry* 108 (9-16).

Jin, S., Yang, H., Liu, F., Pang, Q., Shan, A., & Feng, X. (2021). Effect of dietary curcumin supplementation on duck growth performance, antioxidant capacity and breast meat quality. *Foods* 10, 2981. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130263.

Masood, S., Saeed, M., Arain, M. A., Bhatti, S. A., Khosa, S. M., Rehman, H. F., & Rajput, N. (2022). The potential role of ginger and its components in livestock and poultry. *Veterinary Quarterly* 42(1), 63-72.

Nguyen, K. T. K., Nguyen, L. C., & Hua, D. T. (2015). Effects of supplementing ginger and garlic powder on the performance of Cobb 500 chickens. *In Proceedings of The National Conference on Animal Science and Veterinary Medicine* (284-290). Can Tho, Vietnam: Can Tho University.

Ren, J., Ren, S., Yang, H., & Ji, P. (2024). Effects of phytogenic feed additive on production performance, meat quality, and intestinal flora of white-feathered broilers. *Animals* 14(7), 1048. https://doi.org/10.3390/vetsci12050396.

Vasdal, G., Vas, J., & Andersen, I. L. (2019). Associations between plumage condition, fearfulness, and use of perches in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 211, 57-62. https://doi.org/10.1093/ps/80.5.549.

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for poultry. *Journal of Animal Science* 86(14), 140-148. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459.

Genetic parameters for growth and survival traits of Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) in tropical monsoon conditions at Long Son, Vung Tau

Luan T. Nguyen[1,2*], Anh M. T. Nguyen[1], Suong T. Nguyen[2], Tri N. Nguyen[2], & Sang V. Nguyen[1]

[1]National Breeding Center for Southern Marine Aquaculture, Research Institute for Aquaculture No.2, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2]Faculty of Fisheries, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: September 03, 2025
Revised: October 09, 2025
Accepted: October 31, 2025

Keywords

Crassostrea angulata
Genetic correlation
Heritability
Selection response
Survival rate

***Corresponding author**

Nguyen Thanh Luan
Email:
ntluan@vafis.vn

ABSTRACT

This study aimed to estimate genetic parameters for growth and survival traits in the Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) G1 breeding generation reared under monsoon tropical conditions at Long Son, Vung Tau. A total of 8,000 individuals from 80 families (44 full-sib and 36 half-sib) were evaluated for growth over 183 - 207 days. Genetic parameters were estimated using an individual linear mixed model implemented in ASReml 4.2. Heritability was moderate to high for growth traits (0.183 - 0.607) and moderate for survival (0.276). Strong positive genetic correlations (0.70 - 0.91) were observed among growth traits (body weight, shell height, shell length, and shell width), while weak negative correlations (-0.11 to -0.09; $P > 0.05$) were found between growth and survival. The mean estimated breeding value (EBV) of the selected group was 10.36 g for body weight, with selection responses of 19.83% for body weight and 35.27% for survival rate when traits were selected separately. These results demonstrate the clear potential for genetic improvement of Portuguese oyster traits under tropical monsoon conditions. The study also recommends expanding growth evaluations across multiple farming environments in southern Vietnam to estimate genotype × environment interactions, thereby supporting the development of a sustainable breeding program for *C. angulata* in the future.

Cited as: Nguyen, L. T., Nguyen, A. M. T., Nguyen, S. T., Nguyen, T. N., & Nguyen, S. V. (2026). Genetic parameters for growth and survival traits of Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) in tropical monsoon conditions at Long Son, Vung Tau. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 89-101.

Thông số di truyền tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống của hàu sữa (*Crassostrea angulata*) chọn giống trong điều kiện nhiệt đới gió mùa ở Long Sơn, Vũng Tàu

Nguyễn Thành Luân[1,2*], Nguyễn Thị Mai Anh[1], Nguyễn Thảo Sương[2], Nguyễn Như Trí[2] & Nguyễn Văn Sáng[1]

[1]Trung Tâm Quốc Gia Giống Hải Sản Nam Bộ, Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản II, TP. Hồ Chí Minh

[2]Khoa Thủy Sản, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 03/09/2025
Ngày chỉnh sửa: 09/10/2025
Ngày chấp nhận: 31/10/2025

Từ khóa

Crassostrea angulata
Hệ số di truyền
Hiệu quả chọn lọc
Tương quan di truyền
Tỷ lệ sống

***Tác giả liên hệ**

Nguyễn Thành Luân
Email:
ntluan@vafis.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm ước tính các thông số di truyền cho tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống của hàu sữa (*Crassostrea angulata*) chọn giống thế hệ G1 nuôi trong điều kiện nhiệt đới gió mùa tại Long Sơn, Vũng Tàu. Tổng cộng 8.000 con từ 80 gia đình (44 gia đình cùng cha cùng mẹ và 36 gia đình cùng cha khác mẹ) được nuôi đánh giá sinh trưởng trong 183 - 207 ngày. Các thông số di truyền được ước tính bằng mô hình tuyến tính cá thể hỗn hợp sử dụng phần mềm ASReml 4.2. Hệ số di truyền ở mức trung bình đến cao cho các tính trạng sinh trưởng (0,183 - 0,607) và trung bình cho tỷ lệ sống (0,276). Tương quan di truyền dương cao (0,70 - 0,91) giữa các tính trạng sinh trưởng (khối lượng thân, chiều cao vỏ, chiều dài vỏ và chiều rộng vỏ) và nghịch thấp (-0,11 đến -0,09; $P > 0,05$) giữa các tính trạng sinh trưởng với tỷ lệ sống. Giá trị chọn giống ước tính trung bình của nhóm chọn lọc là 10,36 g cho khối lượng thân, với hiệu quả chọn lọc đạt 19,83% cho khối lượng thân và 35,27% cho tỷ lệ sống khi chọn lọc riêng rẽ được áp dụng cho từng tính trạng. Kết quả này khẳng định tiềm năng cải thiện di truyền rõ rệt các tính trạng của hàu sữa trong điều kiện nhiệt đới gió mùa. Nghiên cứu cũng đề xuất mở rộng đánh giá sinh trưởng tại nhiều môi trường nuôi khác ở Nam Bộ để ước tính tương tác kiểu gen × môi trường, hướng đến xây dựng chương trình chọn giống hàu sữa bền vững trong tương lai.

1. Đặt Vấn Đề

Nuôi nhuyễn thể là một trong những ngành tăng trưởng nhanh nhất của thủy sản thế giới, ước chiếm khoảng 20% tổng sản lượng nuôi trồng thủy sản và hơn 50% sản lượng nuôi nhuyễn thể toàn cầu (FAO, 2024). Trong đó, hàu *Crassostrea angulata* (hàu sữa) đã nổi lên như loài chủ lực ở các hệ thống nuôi cận nhiệt đới và nhiệt đới tại châu Á, đặc biệt ở Trung Quốc, Đài Loan và Việt Nam, nhờ tốc độ sinh trưởng nhanh và tỷ lệ sống cao (Le & ctv., 2023; Yu & ctv., 2023; Sun & ctv., 2024). Chúng là loài rộng nhiệt, tối ưu trong khoảng 22 - 28°C, thích nghi tốt với nhiệt độ nước biển ấm (Moreira & ctv., 2018; Tan & ctv., 2020) và rộng muối, thích hợp nhất từ 23 - 32‰

(Vu & ctv., 2020). Ở Việt Nam, loài này hiện là đối tượng nuôi quan trọng dọc duyên hải phía Bắc và miền Trung, đồng thời đang được đưa vào sản xuất ở các tỉnh phía Nam, sản lượng đạt khoảng hơn 50.000 tấn, đóng góp đáng kể cho sinh kế ven biển (Le & ctv., 2023).

Sự phát triển nhanh của nghề nuôi hàu phát sinh những thách thức cần giải quyết, nổi bật là nguy cơ lai tạo cận huyết dẫn tới thoái hóa giống do nguồn vật liệu di truyền hạn chế và sự thiếu vắng quần thể tự nhiên phân bố ở Việt Nam. Con giống hoàn toàn phụ thuộc vào sản xuất giống nhân tạo hoặc nhập từ nước ngoài, làm tăng rủi ro nhiễm bệnh và suy giảm đa dạng di truyền, có thể dẫn tới giảm tăng trưởng, kích thước nhỏ và sức chống chịu kém (Le & ctv., 2023). Vùng nhiệt đới gió mùa Nam Bộ có nhiệt độ ổn định 25 - 30°C, khác biệt rõ so với miền Bắc cận nhiệt đới 19 - 35°C, nơi các nỗ lực thử nghiệm chọn giống hàu sữa từ năm 2017 (Vu & ctv., 2020) đã kết thúc mà chưa phát triển được sản phẩm thương mại. Vì vậy, sự cấp thiết cần một chương trình chọn giống hàu sữa phù hợp với điều kiện nhiệt đới ở miền Nam.

Thông số di truyền là cơ sở khoa học đánh giá tiềm năng cải thiện di truyền của loài trong chọn giống (Falconer & Mackay, 1996; Gjedrem & Baranski, 2009). Với hàu *C. angulata*, hệ số di truyền h^2 cho các tính trạng sinh trưởng được ghi nhận 0,19 - 0,43 qua ba thế hệ ở miền Bắc Việt Nam và Trung Quốc (Vu & ctv., 2020; Han & ctv., 2022). Ở hàu *C. gigas*, hệ số di truyền (h^2) cho các tính trạng sinh trưởng (khối lượng - W, chiều cao vỏ - SH, chiều dài vỏ - SL, chiều rộng vỏ - SW) là từ thấp tới cao (0,15 - 0,77) (Le & ctv., 2023; Jiang & ctv., 2024; Vu & ctv., 2025). Giá trị này cho tỷ lệ sống (Sur) là từ thấp đến trung bình (0,10 - 0,40) (Evans & Langdon, 2006; Dégremont & ctv., 2007; Chi & ctv., 2022). Tương quan di truyền (r_g) giữa các tính trạng sinh trưởng là thuận và giá trị tương quan cao (0,79 - 0,90), trong khi giữa sinh trưởng với tỷ lệ sống ở mức nghịch và giá trị tương quan thấp (-0,21 tới 0,38) (de Melo & ctv., 2016; Allen & ctv., 2021; Chi & ctv., 2022). Hiệu quả chọn lọc (R) cho sinh trưởng hàu thường đạt trung bình đến cao, vượt 10% mỗi thế hệ (Gjedrem & Rye, 2018; Le & ctv., 2023) và 17,4% sau ba thế hệ chọn lọc hàu *C. angulata* ở miền Bắc Việt Nam (Vu & ctv., 2020).

Nghiên cứu này nhằm ước tính các thông số di truyền cho các tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống, làm cơ sở đề xuất phương án chọn lọc quần đàn bố mẹ G1 và chiến lược chọn giống dài hạn phục vụ nghề nuôi hàu sữa trong điều kiện nhiệt đới Nam Bộ.

2. Đối Tượng và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Sản xuất gia đình thế hệ G1

Trong tháng 6 năm 2023, tổng cộng 1.000 cá thể hàu bố mẹ thuộc quần đàn G0, được hình từ bốn nguồn vật liệu ban đầu có đa dạng di truyền cao và sạch virus OsHV-1 thu thập tại các vùng cận nhiệt đới và nhiệt đới (Nguyen & ctv., 2025), đã được nuôi vỗ tại Trung tâm Quốc gia Giống Hải sản Nam Bộ - Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản II (RIA2) (tọa độ 10.35°N, 107.09°E). Số lượng hàu bố mẹ tham gia sản xuất thành công gia đình thế hệ G1 là 124 con (44 đực và 80 cái). Khối lượng và chiều cao vỏ trung bình hàu bố mẹ là 88,36 g và 85,33 mm.

Sản xuất gia đình G1 được thực hiện theo phương pháp phối thứ bậc tránh cận huyết dựa trên phả hệ để tạo ra gia đình cùng cha cùng mẹ (full-sib) và cùng cha khác mẹ (half-sib) (Gjedrem, 2005) bằng kỹ thuật thụ tinh nhân tạo. Hàu bố mẹ thành thục được giải phẫu vỏ

lấy tuyến sinh dục. Tinh của một con đực được phân chia trộn đều nhẹ nhàng với trứng của hai con cái trong từng xô 5L riêng biệt, chứa nước biển độ mặn 30‰, ở nhiệt độ 27 - 29°C. Sau 3 phút, trứng thụ tinh được lọc qua vợt 200 µm để loại bỏ cặn trước khi chuyển vào bể ấp composite 500 L chứa nước biển sạch. Ưu tiên ghép phối hàu bố mẹ G0 từ các phép lai sinh trưởng nhanh, khác huyết thống để sản xuất các gia đình G1. Số lượng gia đình G1 sản xuất thành công tới kích thước đánh dấu cho nuôi tăng trưởng là 80 gia đình (44 full-sib và 36 half-sib).

2.2. Ương nuôi ấu trùng và giống bám

Ấu trùng chữ D xuất hiện sau 20 giờ ấp, được lọc qua vợt 50 µm và chuyển sang các bể ương 500 L, chứa nước biển sạch với mật độ ương 10 ấu trùng/L (Helm, 2004; Nguyen & ctv., 2024). Các gia đình được ghi chép thông tin gia đình đầy đủ để truy xuất phả hệ.

Ấu trùng được cho ăn 2 lần/ngày bằng hỗn hợp vi tảo gồm *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros* sp. và *Skeletonema* sp., với mật độ 30.000 - 80.000 tế bào/mL tùy giai đoạn phát triển (ấu trùng trôi nổi). Từ ngày nuôi thứ 18 (giống bám), mật độ tảo tăng lên từ 160.000 - 200.000 tế bào/mL và bổ sung theo nhu cầu thực tế tới khi đạt kích cỡ đánh dấu. Tảo được bổ sung thông qua thay nước 20 - 30% thể tích bể hàng ngày. Chất lượng nước được duy trì ở nhiệt độ 27 - 29°C, độ mặn 30‰ và pH 7,5 - 8,5, oxy hòa tan (DO) > 5,0. Cứ 3 - 5 ngày, ấu trùng được chuyển sang bể mới bằng các cỡ vợt lọc có kích thước mắt lưới phù hợp (70 - 200 µm). Ấu trùng chân bò xuất hiện sau 18 ngày nuôi, 10 giá thể nhựa mềm (30 × 20 cm) được đưa vào bể ương cho hàu giống bám vào. Con giống bám được ương thêm khoảng 7 - 10 ngày đến khi đạt kích cỡ 5 mm thì chuyển tất cả các gia đình vào bể nuôi tuần hoàn 20 m^3 để tiếp tục ương lên kích cỡ giống 3 cm, thời gian ương 30 ngày.

2.3. Đánh dấu cá thể

Hàu giống 80 gia đình G1 kích cỡ 3 cm được tách khỏi giá thể nhựa thành hàu đơn. Mỗi cá thể được gắn mã số nhựa 4 × 8 mm (ID cá thể) ngoài vỏ bằng keo chuyên dụng để truy xuất phả hệ (Evans & ctv., 2016). Khối lượng thân và kích thước vỏ từng cá thể hàu được cân và đo tại thời điểm thả nuôi đánh giá sinh trưởng. Tổng số lượng hàu thế hệ G1 từ 80 gia đình được đánh dấu thả nuôi là 8.000 con, 100 con/gia đình.

2.4. Nuôi đánh giá tăng trưởng thế hệ G1

Thí nghiệm đánh giá sinh trưởng của 80 gia đình hàu *C. angulata* thế hệ G1 được tiến hành tại vùng cửa sông Long Sơn, Bà Rịa - Vũng Tàu (10,26°B; 107,06°Đ), nay thuộc TP. Hồ Chí Minh. Địa điểm này có đặc trưng khí hậu nhiệt đới gió mùa ổn định, với nhiệt độ 28 - 31°C, độ mặn cao 28 - 33‰ và được quy hoạch là vùng nuôi hàu lớn nhất miền Nam, đồng thời đứng thứ ba cả nước về diện tích nuôi. Thời gian thí nghiệm là 183 - 207 ngày tùy theo gia đình, từ tháng 9/2023 đến tháng 3/2024.

Phương pháp nuôi được áp dụng là nuôi hàu đơn treo rổ trên bè (In & ctv., 2017), diện tích 200 m^2. Tại thời điểm thả nuôi, khối lượng (TagW, g), chiều cao vỏ (TagSH, mm), chiều dài vỏ (TagSL, mm) và chiều rộng vỏ (TagSW, mm) trung bình con giống G1 lần lượt là 2,28 ± 1,99 g; 26,49 ± 7,77 mm; 19,67 ± 5,74 mm và 8,96 ± 3,64 mm. Mỗi cá thể từ một gia đình được thả chung trong một túi lưới (50 × 50 cm, mắt lưới 1 cm), nhằm đảm bảo điều kiện nuôi đồng nhất và giảm thiểu ảnh hưởng ngẫu nhiên của môi trường đến sinh trưởng của gia đình. Túi lưới sau đó được cố định trong rổ nhựa phủ kín lưới trên miệng (25 × 60 × 60 cm, có lỗ ~3 cm) và treo lên bè để đảm bảo an toàn và lưu thông dòng chảy tốt. Túi lưới được duy trì trong 3 tháng đầu, sau đó, loại bỏ

khi hàu đạt kích cỡ vỏ khoảng 5 cm và nuôi trực tiếp hàu trong rổ cho đến khi thu hoạch. Định kỳ 5 - 7 ngày, túi lưới và rổ được vệ sinh để loại bỏ mảng bám, duy trì điều kiện tối ưu cho sinh trưởng của hàu. Thời gian nuôi đánh giá sinh trưởng là 6 tháng.

2.5. Thu thập số liệu

Các chỉ tiêu chất lượng nước gồm nhiệt độ nước (°C), độ mặn (‰), pH, DO (mg/L), NO_2^- (mg/L) và NH_4^+ (mg/L) được thu thập 01 tuần/lần. Ngoài ra, hàm lượng thực vật phù du bao gồm hàm lượng Chlorophyll-*a* (µg/L), thành phần tảo (loài/L), mật độ tảo (tế bào/L) và chất hữu cơ (TSS) tại địa điểm nuôi được thu thập 01 lần/tháng.

Các số liệu sinh trưởng được thu thập cho đánh giá tính trạng bao gồm thời gian ương từ khi sinh sản tới khi thả nuôi đánh giá sinh trưởng (NurseAge, ngày); thời gian nuôi đánh giá sinh trưởng từ khi thả nuôi tới khi thu hoạch (GrowAge, ngày); mã số (ID) và khối lượng từng cá thể hàu bố mẹ G0 của các gia đình G1. Tại thời điểm thả nuôi đánh giá sinh trưởng, thu thập số liệu từng cá thể bao gồm: Mã số cá thể (ID), khối lượng thân (TagW), chiều cao vỏ (TagSH), chiều dài vỏ (TagSL) và chiều rộng vỏ (TagSW). Kết thúc giai đoạn nuôi sinh trưởng, thu thập số liệu bao gồm: ID, khối lượng thân (W), chiều cao vỏ (SH), chiều dài vỏ (SL) và chiều rộng vỏ (SW) từng cá thể hàu còn sống và tỷ lệ sống (Sur) từng gia đình. Các cá thể hàu sống và chết đến thu hoạch ghi nhận lần lượt là 1 và 0 cho ước tính các thông số di truyền của tỷ lệ sống thế hệ G1. Khối lượng thân và kích thước vỏ các giai đoạn được thu thập lần lượt sử dụng cân (± 0,1 g) và thước kẹp (± 0,1 mm) điện tử.

2.6. Xử lý số liệu

Các thông số di truyền được ước tính bằng mô hình tuyến tính cá thể hỗn hợp sử dụng phần mềm ASRemL V4.2 (Gilmour & ctv., 2021). Dữ liệu phả hệ cho xử lý số liệu được truy xuất đến bố mẹ G0. Các ảnh hưởng cố định đưa vào mô hình toán gồm khối lượng hàu mẹ (g) và hàu bố (g), ID, TagW, TagSH, TagSL TagSW, NurseAge, GrowAge, ước tính tương ứng với từng tính trạng sinh trưởng (W, SH, SL, SW) và tỷ lệ sống khi thu hoạch. Những yếu tố ảnh hưởng không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) trong mô hình toán được loại bỏ trước khi phân tích chính thức.

Phương sai di truyền và hệ số di truyền

Đối với tính trạng sinh trưởng (W, SH, SL và SW), các ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) tương ứng là TagW, TagSH, TagSL và TagSW ($P < 0,05$). GrowAge có ảnh hưởng ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) lên cả 4 tính trạng sinh trưởng lúc thu hoạch nên được giữ lại trong mô hình toán (1). Các phương sai thành phần của W, SH, SL và SW được ước tính theo mô hình toán:

$$y_{ij} = \mu + \beta_1 \times TagX_i + \times GrowAge_i + ID_i + Dam_j + e_{ij} \quad (1)$$

trong đó, y_{ij} là ước tính tuyến tính W, SH, SL và SW của cá thể i khi thu hoạch, µ là trung bình W, SH, SL, SW của quần đàn, β_1 là hệ số hồi quy của hiệp biến $TagX_i$ (bao gồm $TagW_i$, $TagSH_i$, $TagSL_i$ và $TagSW_i$); β_2 là hệ số hồi quy của hiệp biến $GrowAge_i$, ID_i là ảnh hưởng ngẫu nhiên di truyền công gộp của cá thể i, Dam_j là ảnh hưởng ngẫu nhiên của hàu mẹ (môi trường ương nuôi riêng rẽ - c^2) đến thả nuôi và e_{ij} là ảnh hưởng sai số ngẫu nhiên.

Phương sai thành phần các ảnh hưởng ngẫu nhiên này gồm σ_A^2 là phương sai di truyền cộng gộp, σ_C^2 là phương sai môi trường ương nuôi riêng rẽ đến thả nuôi đánh giá sinh trưởng, σ_E^2

là phương sai sai số ngẫu nhiên. Phương sai kiểu hình (σ_P^2) được ước tính theo công thức: $\sigma_P^2 = \sigma_A^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2$. Hệ số di truyền ($h^2$) được ước tính theo công thức: $h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2}$. Ảnh hưởng của môi trường ương riêng rẽ (c^2) được ước tính theo công thức: $c^2 = \frac{\sigma_C^2}{\sigma_A^2 + \sigma_C^2 + \sigma_E^2}$.

Đối với tỷ lệ sống (Sur), chỉ có ảnh hưởng cố định TagW là có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) nên được giữ lại trong mô hình. Các phương sai thành phần của Sur được ước tính theo mô hình toán:

$$y_{ij} = \mu + \beta_1 \times TagW + ID_i + Dam_j + e_{ij} \quad (2)$$

trong đó, y_{ij} là ước tính tuyến tính của tỷ lệ sống cá thể i khi thu hoạch, β_1 là hệ số hồi quy của hiệp biến TagW, các ảnh hưởng ngẫu nhiên còn lại như Mô hình (1). Hệ số di truyền và ảnh hưởng của môi trường ương riêng rẽ (c^2) của tỷ lệ sống được ước tính như cho khối lượng thân.

Tương quan di truyền giữa các tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống

Tương quan di truyền (r_g) của các tính trạng sinh trưởng (W, SH, SL và SW) và Sur tại lúc thu hoạch được ước tính dựa trên các phương sai thành phần từ Mô hình (1) và (2), nhưng phân tích 2 biến (Bi-variate) theo công thức: $r_g = \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_1^2} \times \sqrt{\sigma_1^2}}$ .Trong đó, là hiệp phương sai di truyền cộng gộp của hai tính trạng, σ_1^2 và σ_2^2 lần lượt là phương sai của truyền cộng gộp của từng tính trạng W, SH, SL, SW và Sur (Falconer & Mackay, 1996).

Hiệu quả chọn lọc ước tính (R)

Chọn lọc 1.000 cá thể hàu bố mẹ quần đàn G1 có EBV khối lượng thân cao nhất và EBV tỷ lệ sống dương thuộc các gia đình có EBV cao nhất từ 80 gia đình sau thu hoạch nuôi đánh giá sinh trưởng. Hiệu quả chọn lọc khối lượng thân và tỷ lệ sống được tính theo công thức (Gjedrem, 2005): , trong đó: $R = i \times h^2 \times \sigma_p$ là hiệu quả chọn lọc ước tính; i là cường độ chọn lọc, được tra bảng theo tỷ lệ chọn lọc p (%) (Phụ lục A, trang 335, Gjedrem, 2005); h^2 là hệ số di truyền ước tính của khối lượng thân và tỷ lệ sống; σ_p ($\sqrt{\sigma_P^2}$) là độ lệch chuẩn của giá trị đo đạc khối lượng thân và tỷ lệ sống của G1. Hiệu quả chọn lọc khối lượng thân và tỷ lệ sống được ước tính độc lập dựa trên giả định chọn lọc từng tính trạng riêng rẽ, nhằm đánh giá tiềm năng cải thiện di truyền cụ thể cho từng tính trạng.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Sinh trưởng và tỷ lệ sống tại môi trường nuôi đánh giá

Các chỉ tiêu chất lượng nước, thành phần thực vật phù du và vật chất hữu cơ tại địa điểm nuôi là ổn định và phù hợp cho sinh trưởng của hàu sữa (Bảng 1), giúp hàu duy trì hoạt động lọc và trao đổi chất hiệu quả.

Sinh trưởng và tỷ lệ sống của 80 gia đình hàu sữa (*C. angulata*) thế hệ G1 được ghi nhận ở mức cao và ổn định sau 183 - 207 ngày nuôi (Bảng 2). Khối lượng trung bình đạt 52,21 ± 18,79 g, với hệ số biến thiên (CV) 35,99%, phản ánh sự khác biệt rõ rệt giữa các gia đình trong quần đàn. Các tính trạng kích thước vỏ duy trì đồng đều hơn, với SH, SL và SW lần lượt đạt 67,82 ± 14,8 mm (CV = 21,82%), 44,95 ± 9,37 mm (CV = 20,84%) và SW 27,78 ± 5,98 mm (CV = 21,52%). Tỷ lệ sống trung bình đạt 51,55 ± 17,06% (CV = 33,10%), thể hiện sự biến động giữa các gia đình trong quần đàn. So sánh với các nghiên cứu trước đây ở miền Bắc Việt Nam và Trung Quốc, nơi khối lượng thân và tỷ lệ sống chỉ đạt 14,05 - 55,74 g

và 40,0 - 54,5% sau 9 - 12 tháng nuôi (Vu & ctv., 2020; Han & ctv., 2022), kết quả hiện tại vượt trội với khối lượng thân và tỷ lệ sống cao hơn trong thời gian nuôi ngắn hơn (hơn 6 tháng). Sự khác biệt này khẳng định sự phù hợp của môi trường nuôi Long Sơn tạo điều kiện thuận lợi cho trao đổi chất và hấp thu dinh dưỡng, giúp rút ngắn chu kỳ sản xuất, nâng cao năng suất và duy trì sức sống quần đàn. Kết quả nhấn mạnh tiềm năng xây dựng chương trình chọn giống hàu sữa sinh trưởng nhanh trong điều kiện nhiệt đới.

Bảng 1. Chất lượng nước và thành phần thực vật phù du tại địa điểm nuôi

Chỉ tiêu	Trung bình	Hệ số biến thiên (CV, %)
Nhiệt độ (°C)	29,47 ± 0,67[1]	2,26
Độ mặn (‰)	31,6 ± 1,24	3,93
pH	7,98 ± 0,08	0,97
DO (ppm)	6,31 ± 0,11	1,74
NO_2^-	KPH	KPH
NH_4^+	KPH	KPH
TSS (mg/L)	31,26 ± 20,02	64,06
Chlorophyll-*a* (µg/L)	16,93 ± 9,62	56,85
Thành phần tảo (loài)	10,64 ± 3,14	29,51
Mật độ tảo (tế bào/L)	1.377,27 ± 2.549,55	185,12

[1]*Trung bình ± độ lệch chuẩn*

DO: oxy hòa tan; TSS: chất hữu cơ; KPH: không phát hiện.

Bảng 2. Sinh trưởng và tỷ lệ sống trung bình các gia đình hàu sữa G1

Tính trạng	TB ± SD[1]	Hệ số biến thiên (%)
Khối lượng (g)	52,21 ± 18,79	35,99
Chiều cao vỏ (mm)	67,82 ± 14,80	21,82
Chiều dài vỏ (mm)	44,95 ± 9,37	20,84
Chiều rộng vỏ (mm)	27,78 ± 5,98	21,52
Tỷ lệ sống (%)	51,55 ± 17,06	33,10

[1]*Trung bình ± độ lệch chuẩn.*

3.2. Phương sai thành phần và hệ số di truyền

Các phương sai thành phần (σ_A^2, σ_C^2, σ_E^2 và σ_P^2), hệ số di truyền (h^2) và ảnh hưởng môi trường nuôi riêng rẽ (c^2) đều khác 0 có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) (Bảng 3). Phương sai di truyền cộng gộp (σ_A^2) khác biệt rõ giữa các tính trạng, cao nhất ở khối lượng (143,98) và chiều cao vỏ (131,86), cho thấy tiềm năng cải thiện lớn thông qua chọn lọc. Ngược lại, chiều dài (16,61) và chiều rộng vỏ (6,99) có σ_A^2 thấp, phản ánh đóng góp di truyền hạn chế. Đặc biệt, tỷ lệ sống có σ_A^2 rất thấp (0,072), chứng tỏ chủ yếu chịu ảnh hưởng môi trường hơn là di truyền cộng gộp. Kết quả này khẳng định khối lượng thân và chiều cao vỏ nên là tiêu chí chính trong chọn giống, trong khi tỷ lệ sống cần được quản lý bằng chiến lược bổ trợ như chọn lọc đa môi trường hoặc chỉ số chọn lọc kết hợp. Hệ số c^2 thấp cho W (0,011), SH (0,066) và Sur (0,026), nhưng trung bình cho SL (0,109)

và SW (0,171), cho thấy giai đoạn ương có ảnh hưởng không lớn đến biểu hiện kiểu hình, từ đó nâng cao độ tin cậy của giá trị chọn giống ước tính (EBV). Kết quả này là thấp hơn đáng kể so với nghiên cứu tại miền Bắc Việt Nam (Vu & ctv., 2020), nơi c^2 cao hơn (0,04 - 0,24) và làm giảm độ chính xác EBV. Như vậy, môi trường nuôi đánh giá sinh trưởng là yếu tố chi phối chính đến biểu hiện kiểu hình, từ đó tạo thuận lợi cho việc tập trung nguồn lực vào giai đoạn nuôi này để chọn lọc, thay vì phải kiểm soát chặt chẽ giai đoạn ương.

Bảng 3. Phương sai thành phần và hệ số di truyền các tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống hàu *C. angulata* thế hệ G1

Tính trạng	$1\sigma^2_A$	$2\sigma^2_C$	$3\sigma^2_E$	$4\sigma^2_P$	[5]h^2	[6]c^2
Khối lượng	143,98	3,58	166,14	313,69	0,459 ± 0,117[7]	0,011 ± 0,039
Chiều cao vỏ	131,86	14,41	70,88	217,16	0,607 ± 0,165	0,066 ± 0,067
Chiều dài vỏ	16,61	9,89	64,35	90,84	0,183 ± 0,074	0,109 ± 0,039
Chiều rộng vỏ	6,99	6,37	23,85	37,21	0,188 ± 0,082	0,171 ± 0,047
Tỷ lệ sống	0,072	0,003	0,182	0,261	0,276 ± 0,092	0,026 ± 0,035

[1]Phương sai di truyền cộng gộp; [2]Phương sai ảnh hưởng môi trường nuôi riêng rẽ; [3]Phương sai môi trường; [4]Phương sai kiểu hình; [5]Hệ số di truyền; [6]Ảnh hưởng môi trường nuôi riêng rẽ; [7]trung bình ± sai số chuẩn.

Hệ số di truyền là ở mức cao cho khối lượng thân (0,459 ± 0,117) và chiều cao vỏ (0,607 ± 0,165), trung bình cho tỷ lệ sống (0,276 ± 0,092) và thấp cho chiều dài vỏ (0,183 ± 0,074) và chiều rộng vỏ (0,188 ± 0,082) (Bourdon, 2014), khẳng định tiềm năng cải thiện nhanh các tính trạng sinh trưởng, đặc biệt cho W và SH trên hàu *C. angulata* trong điều kiện nhiệt đới Nam Bộ. Các giá trị này cao hơn so với công bố ở miền Bắc Việt Nam và Trung Quốc với h^2 = 0,19 - 0,43 (Vu & ctv., 2020; Han & ctv., 2022), nhiều khả năng nhờ nhiệt độ ổn định (25 - 30°C) và nguồn dinh dưỡng dồi dào làm giảm σ^2_E và σ^2_A tăng . Hệ số di truyền cũng tương đồng hoặc cao hơn trên hàu *C. gigas* (0,25 - 0,86) (Le & ctv., 2023; Jiang & ctv., 2024) và *C. virginica* (0,40 - 0,60) (McCarty & ctv., 2020). So sánh này nhấn mạnh lợi thế của điều kiện nhiệt đới trong việc duy trì h^2 cao, qua đó nâng cao hiệu quả chọn lọc cho các tính trạng sinh trưởng.

Hệ số di truyền ước tính cho tỷ lệ sống là 0,28 ± 0,08 ở mức trung bình (Bourdon, 2014), cho thấy tiềm năng cải thiện di truyền thông qua chọn lọc. Kết quả này cao hơn so với hàu *C. angulata* được công bố ở vùng cận nhiệt đới (0,11 - 0,27) (Han & ctv., 2022; Le & ctv., 2025; Vu & ctv., 2025). Sự khác biệt này có thể do môi trường nhiệt đới ổn định ở Long Sơn (nhiệt độ 25 - 30°C, độ mặn 28 - 33‰), tăng biểu hiện di truyền cộng gộp. Giá trị này cũng nằm trong khoảng đã báo cáo cho hàu *C. gigas* (0,10 - 0,39) (Ernande & ctv., 2003; Evans & Langdon, 2006; Chi & ctv., 2022). Tương tự, nó gần với khoảng ghi nhận ở *C. virginica* (0,25 - 0,59) (Proestou & ctv., 2016; McCarty & ctv., 2020; Allen & ctv., 2021). Khác với các loài này, nơi tỷ lệ sống chủ yếu gắn với kháng bệnh, hệ số di truyền ở nghiên cứu này phản ánh tiềm năng cải thiện tỷ lệ sống tổng thể nhờ nhiệt độ ổn định và độ mặn tối ưu, giúp giảm biến động môi trường và duy trì tỷ lệ sống đàn nuôi.

Như vậy, chương trình chọn giống nên định hướng chiến lược chọn lọc tập trung vào tính trạng khối lượng thân do có hệ số di truyền cao

và phương sai di truyền lớn nhất, kết hợp giới hạn tỷ lệ sống dương và chiều cao vỏ cũng có thể được ưu tiên nếu nhu cầu thị trường lớn, đồng thời khai thác tương quan di truyền để cải thiện dần chiều dài, chiều rộng và tỷ lệ sống để đảm bảo chương trình chọn giống hiệu quả và bền vững.

3.3. Tương quan di truyền giữa các tính trạng khảo sát

Tương quan di truyền giữa các tính trạng sinh trưởng (W, SH, SL, SW) của hàu *C. angulata* G1 trong điều kiện nhiệt đới gió mùa đạt mức trung bình đến cao (0,50 - 0,91), khả năng cải thiện đồng thời nhiều tính trạng sinh trưởng thông qua chọn lọc một tính trạng. Riêng tương quan di truyền (r_g) giữa khối lượng thân và các tính trạng kích thước vỏ đều cao (0,79-0,91), khẳng định sự gắn kết chặt chẽ về mặt di truyền và giữa tính trạng sinh trưởng trọng tâm là khối lượng thân với các tính trạng còn lại (Bảng 4). So sánh cho thấy giá trị này vượt trội so với kết quả trên hàu *C. angulata* ở miền Bắc Việt Nam (0,23 - 0,71) (Vu & ctv., 2020) và Trung Quốc (0,67) (Han & ctv., 2022). Ngoài ra, giá trị này cũng cao hơn so với tương quan giữa khối lượng thân với chiều rộng vỏ và chiều cao vỏ hàu *C. gigas* ở thế hệ G2 (0,52 - 0,84) (Chi & ctv., 2021; 2022) ở Trung Quốc và *C. virginica* (-0,38 đến -0,50) ở Mỹ (Allen & ctv., 2021). Kết quả khẳng định quần đàn hàu sữa G1 chọn lọc trong điều kiện nhiệt đới gió mùa Long Sơn có nền tảng di truyền tốt, cho phép cải thiện nhanh và đồng bộ hơn so với các quần đàn ở vùng cận nhiệt đới và ôn đới, nơi biến động nhiệt độ theo mùa lớn và áp lực bệnh thường làm suy giảm các mối liên kết di truyền giữa các tính trạng này.

Ngược lại, tương quan di truyền giữa tỷ lệ sống (Sur) với W, SH, SL và SW ở mức nghịch thấp và không có ý nghĩa thống kê (-0,11 đến -0,09; $P > 0,05$). Kết quả này khẳng định chọn lọc sinh trưởng nhanh không làm suy giảm tỷ lệ sống, có xu hướng tương đồng với kết quả trên hàu *C. angulata* ở miền Bắc (-0,056 đến 0,189) (Le & ctv., 2025), chặt chẽ hơn trên loài hàu có quan hệ gần gũi *C. gigas* (-0,31 đến -0,12) (Chi & ctv., 2022) và thấp hơn trên hàu *C. virginica* (0,21 - 0,59) (Allen & ctv., 2021) trong điều kiện cận nhiệt đới và ôn đới. Kết quả khẳng định sự phù hợp của điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa ở Long Sơn, Vũng Tàu cho chọn giống hàu sữa. Đây cũng là cơ sở khoa học và thực tiễn để áp dụng chiến lược chọn lọc cải thiện sinh trưởng với cường độ chọn lọc cao mà không làm suy giảm sức sống ở các thế hệ chọn giống tiếp theo.

Bảng 4. Tương quan di truyền (r_g, trên đường chéo) và kiểu hình (r_p, dưới đường chéo) giữa các tính trạng sinh trưởng và tỷ lệ sống hàu *C. angulata* thế hệ G1

Tính trạng[1]	Khối lượng	Chiều cao vỏ	Chiều dài vỏ	Chiều rộng vỏ	Tỷ lệ sống
Khối lượng	KQĐ	0,80 ± 0,08	0,81 ± 0,10	0,79 ± 0,13	-0,10 ± 0,13
Chiều cao vỏ	0,75 ± 0,02[2]	-	0,91 ± 0,08	0,50 ± 0,20	-0,11 ± 0,13
Chiều dài vỏ	0,54 ± 0,02	0,55 ± 0,02	-	0,70 ± 0,16	-0,09 ± 0,13
Chiều rộng vỏ	0,60 ± 0,02	0,49 ± 0,03	0,52 ± 0,02	-	-0,10 ± 0,13
Tỷ lệ sống	-0,02 ± 0,03	-0,03 ± 0,04	-0,01 ± 0,03	-0,02 ± 0,03	-

[1]*Trung bình ± sai số chuẩn.*

KQĐ: không quy định.

3.4. Hiệu quả chọn lọc (R)

Hiệu quả chọn lọc (R) của quần đàn hàu sữa thế hệ G1 được ghi nhận ở mức cao, đạt 19,83% đối với khối lượng thân và 35,27% đối với tỷ lệ sống khi áp dụng chọn lọc riêng rẽ với tỷ lệ chọn lọc 24,24% và cường độ chọn lọc i = 1,271 (Bảng 5). Giá trị giống trung bình (EBV) khối lượng thân quần đàn trước chọn lọc là 0,61 g và sau chọn lọc là 10,36 g. Kết quả này vượt trội so với kết quả trên hàu *C. angulata*, Vu & ctv. (2020) ghi nhận hiệu quả chọn lọc cho khối lượng thân chỉ tăng 17,4% sau ba thế hệ và tỷ lệ sống hầu như không cải thiện ở miền Bắc Việt Nam và Han & ctv. (2022) báo cáo hiệu quả chọn lọc cho khối lượng thân đạt 10 - 15% sau một thế hệ trên hàu *C. angulata* tại Trung Quốc. Trên hàu *C. gigas* tại Pháp, Mỹ và Trung Quốc, hiệu quả chọn lọc cho khối lượng thân phổ biến 5,8 - 15,2% (Langdon & ctv., 2003; Dégremont & ctv., 2007; Chi & ctv., 2021). Ở hàu *C. virginica*, hiệu quả chọn lọc cho khối lượng thân và tỷ lệ sống thường 10 - 20% (Proestou & ctv., 2016; Allen & ctv., 2021). Đặc biệt, hiệu quả chọn lọc cho tỷ lệ sống trong nghiên cứu này vượt trội ngay từ G1 (35,27%), trong khi ở các loài và vùng khí hậu khác đạt 10 - 39,6% sau nhiều thế hệ chọn giống. Các kết quả này khẳng định rằng việc chọn lọc dựa trên EBV khối lượng thân cao nhất kết hợp giới hạn EBV tỷ lệ sống dương là chiến lược chọn lọc rất phù hợp, không chỉ đạt được hiệu quả chọn lọc vượt trội mà còn giúp cân bằng giữa sinh trưởng và tỷ lệ sống. Điều này phản ánh lợi thế của điều kiện nuôi trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa Long Sơn, khi biểu hiện rõ rệt biến dị di truyền cộng gộp và rút ngắn chu kỳ nuôi (6 tháng), qua đó khẳng định tiềm năng chọn giống đạt được đồng thời hai mục tiêu sinh trưởng nhanh và duy trì sức sống ổn định của quần đàn chọn giống.

Bảng 5. Hiệu quả chọn lọc ước tính (R) cho khối lượng và tỷ lệ sống hàu *C. angulata* thế hệ G1

Tính trạng	TB[1]	h^2	p (%)	i	σ_p	[2]R	R (%)
Khối lượng (g)	52,21	0,46	24,24	1,271	17,71	10,36	19,83
Tỷ lệ sống (%)	51,55	0,28	24,24	1,271	51,09	18,18	35,27

[1]Trung bình theo tính trạng của quần đàn trước chọn lọc; [2]hiệu quả chọn lọc theo đơn vị tính trạng.

4. Kết Luận

Nghiên cứu này khẳng định tiềm năng cải thiện di truyền đáng kể của hàu sữa (*C. angulata*) trong điều kiện nhiệt đới gió mùa tại Long Sơn, Vũng Tàu, với hệ số di truyền cao cho khối lượng thân (0,46) và chiều cao vỏ (0,61). Các tính trạng sinh trưởng có tương quan di truyền chặt chẽ với nhau (0,79 - 0,91) và nghịch thấp với tỷ lệ sống, cho phép chọn lọc sinh trưởng nhanh đồng thời các tính trạng sinh trưởng mà không làm suy giảm sức sống. Hiệu quả chọn lọc ước tính riêng rẽ từng tính trạng đạt 19,83% cho khối lượng thân và 35,27% cho tỷ lệ sống, minh chứng tính khả thi của mục tiêu chọn giống sinh trưởng nhanh. Các kết quả này không chỉ cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho phát triển chương trình chọn giống hàu sữa bền vững tại Nam Bộ, mà còn định hướng cho các chiến lược tiếp theo như mở rộng khảo nghiệm đa môi trường và tích hợp thêm các tính trạng chất lượng, cũng như ứng dụng công nghệ di truyền phân tử nhằm quản lý và duy trì tiềm năng di truyền lâu dài.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam kết bài báo này là công trình nghiên cứu gốc, chưa từng công bố ở nơi khác và không gửi đồng thời đến tạp chí khác. Tất cả các tác giả đều đồng thuận về nội dung và đã đồng

ý xuất bản trong Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển. Nghiên cứu tuân thủ đầy đủ quy định về đạo đức nghiên cứu và quyền tác giả.

Lời Cảm Ơn

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu. Xin gửi lời cảm ơn đến Ban Lãnh đạo Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II, Trung tâm Quốc gia Giống Hải sản Nam Bộ, các đồng nghiệp, thành viên đề tài và các đơn vị phối hợp đã cung cấp cơ sở vật chất, hỗ trợ kỹ thuật và đóng góp chuyên môn quý báu, góp phần quan trọng vào sự thành công của nghiên cứu này.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Allen, S. K. J., Small, J. M., & Kube, P. D. (2021). Genetic parameters for *Crassostrea virginica* and their application to family-based breeding in the mid-Atlantic, USA. *Aquaculture* 538, 736578. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736578.

Bourdon, R. M. (2014). *Understanding animal breeding* (2nd ed., 513). Harlow, UK: Pearson Education Limited.

Chi, Y., Jiang, G., Liang, Y., Xu, C., & Li, Q. (2022). Selective breeding for summer survival in Pacific oyster (*Crassostrea gigas*): Genetic parameters and response to selection. *Aquaculture* 556, 738271. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738271.

Chi, Y., Li, Q., Liu, S., & Kong, L. (2021). Genetic parameters of growth and survival in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Aquaculture Research* 52(1), 282-290. https://doi.org/10.1111/are.14891.

Dégremont, L., Ernande, B., Bédier, E., & Boudry, P. (2007). Summer mortality of hatchery-produced Pacific oyster spat (*Crassostrea gigas*). I. Estimation of genetic parameters for survival and growth. *Aquaculture* 262(1), 41-53. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.025.

de Melo, C. M. R., Durland, E., & Langdon, C. (2016). Improvements in desirable traits of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, as a result of five generations of selection on the West Coast, USA. *Aquaculture* 460, 105-115. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.04.017.

Ernande, B., Clobert, J., McCombie, H., & Boudry, P. (2003). Genetic polymorphism and trade-offs in the early life-history strategy of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795): a quantitative genetic study. *Journal of Evolutionary Biology* 16(3), 399-414. https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2003.00543.x.

Evans, O., Hick, P., & Whittington, R. J. (2016). Comparison of two external tagging methods used for the identification of individual adult Pacific oysters, *Crassostrea gigas*. *Journal of Shellfish Research* 35(4), 837-840. https://doi.org/10.2983/035.035.0411.

Evans, S., & Langdon, C. (2006). Direct and indirect responses to selection on individual body weight in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture* 261(2), 546-555. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.037.

Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics* (4th ed.). Harlow, UK: Addison Wesley Longman.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024 - Blue Transformation in action*. Rome, Italy: FAO. https://doi.org/10.4060/cd0683en.

Gilmour, A. R., Gogel, B. J., Cullis, B. R., Welham, S. J., & Thompson, R. (2021). *ASReml user guide release 4.2 functional specification*. Hemel Hempstead, UK: VSN International Ltd.

Gjedrem, T. (Ed.). (2005). *Selection and breeding programs in aquaculture* (1st ed.). Dordrecht, Netherlands: Springer Nature.

Gjedrem, T., & Baranski, M. (2009). The success of selective breeding in aquaculture. In Gjedrem, T., & Baranski, M. (Eds.), *Selective breeding in aquaculture: An introduction* (1st ed., 13-23). Dordrecht Netherlands: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2773-3_3.

Gjedrem, T., & Rye, M. (2018). Selection response in fish and shellfish: a review. *Reviews in Aquaculture* 10(1), 168-179. https://doi.org/10.1111/raq.12154.

Han, Z., Guo, X., Lu, Z., Song, Y., Chen, R., Han, X., Yu, S., Tu, K., Liu, L., & Que, H. (2022). Heritability estimates for gonadal development traits and their genetic correlations with growth and heat tolerance traits in the Fujian Oyster *Crassostrea angulata*. *Frontiers in Marine Science* 9, 986441. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.986441.

Helm, M. M., Bourne, N., & Lovatelli, A. (2004). *The hatchery culture of bivalves: A practical manual*. Retrieved September 7, 2025, from https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y5720e.

In, V. V., Sang, V. V., O'Connor, W., Van, P. T., Dove, M., Knibb, W., & Nguyen, N. H. (2017). Are strain genetic effect and heterosis expression altered with culture system and rearing environment in the Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*)? *Aquaculture Research* 48(8), 4058-4069. https://doi.org/10.1111/are.13227.

Jiang, K., Chen, C., Jiang, G., Chi, Y., Xu, C., Kong, L., Liu, S., & Li, Q. (2024). Genetic improvement of oysters: current status, challenges, and prospects. *Reviews in Aquaculture* 16(2), 796-817. https://doi.org/10.1111/raq.12868.

Langdon, C., Evans, F., Jacobson, D., & Blouin, M. (2003). Yields of cultured Pacific oysters *Crassostrea gigas* Thunberg improved after one generation of selection. *Aquaculture* 220(1-4), 227-244. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00621-X.

Le, T. N. P., Boudry, P., O'Connor, W., Potts, R. W., Gheyas, A. A., Htoo, H., Nguyen, T. T. A., Geist, J., Vu, I. V., La, T. T., Cao, G. T., Do, H. M., Khanh, T. D., Dam, A. T., Nguyen, A. M., Aini, S., & Van Vu, S. (2025). Genetic parameters for shell growth and survival in Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) larvae, juveniles, and adults. *Aquaculture International* 33(3), 188. https://doi.org/10.1007/s10499-024-01306-0.

Le, T. N. P., Vu, S. V., Ugalde, S. C., Subramanian, S., Gilmour, A., Dove, M., Vu, I. V., Geist, J., Tran, T. N. T., Gondro, C., Cao, G. T., Le, T. T., Nguyen, T. M., Ngo, T. K. N., Vu, T. T. H., Premachandra, H. K. A., Knibb, W., & O'Connor, W. (2023). The genetics and breeding of the Portuguese oyster, *Crassostrea angulata*: lessons, experiences, and challenges in Vietnam. *Frontiers in Marine Science* 10, 1161009. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1161009.

McCarty, A. J., McFarland, K., Small, J., Allen, J. S. K., & Plough, L. V. (2020). Heritability of acute low salinity survival in the Eastern oyster (*Crassostrea virginica*). *Aquaculture* 529, 735649. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735649.

Moreira, A., Figueira, E., Libralato, G., Soares, A. M., Guida, M., & Freitas, R. (2018). Comparative sensitivity of *Crassostrea angulata* and *Crassostrea gigas* embryo-larval development to As under varying salinity and temperature. *Marine Environmental Research* 140, 135-144. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.06.003.

Nguyen, T. L., Nguyen, T. M. A., Nguyen, T. S., Nguyen T. N., Nguyen N. T., & Nguyen V. S. (2024). Effects of nutrition on growth and survival of oyster larvae *Crassostrea angulata* for selective breeding program. *Vietnam Journal of Science and Technology B* 66(11), 42-48. https://doi.org/10.31276/VJST.66(11).42-48.

Proestou, D. A., Vinyard, B. T., Corbett, R. J., Piesz, J., Allen, J. S. K., Small, J. M., Li, C., Liu, M., DeBrosse, G., Guo, X., Rawson, P., & Gomez-Chiarri, M. (2016). Performance

of selectively-bred lines of eastern oyster, *Crassostrea virginica*, across eastern US estuaries. *Aquaculture* 464, 17-27. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.012.

Sun, Y., Zhang, C., Liu, F., Zhang, H., Du, H., Zhang, Y., & Zheng, H. (2024). Effects of different aquaculture patterns on growth, survival and yield of diploid and triploid Portuguese oysters (*Crassostrea angulata*). *Aquaculture* 579, 740264. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740264.

Tan, K., Liu, H., Ye, T., Ma, H., Li, S., & Zheng, H. (2020). Growth, survival and lipid composition of *Crassostrea gigas*, *C. angulata* and their reciprocal hybrids cultured in southern China. *Aquaculture* 516, 734524. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734524.

Vu, S. V., Knibb, W., Nguyen, N. T., Vu, I. V., O'connor, W., Dove, M., & Nguyen, N. H. (2020). First breeding program of the Portuguese oyster *Crassostrea angulata* demonstrated significant selection response in traits of economic importance. *Aquaculture* 518, 734664. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734664.

Vu, V. I., Boudry, P., Vengatesen, T., Gheyas, A., Khanh, T. D., Nguyen, T. M., Htoo, H., Kim, H. W., Kundu S., Minh, T. T. N., Trung, D. T. T., Nguyen, T. T. A., Thuy, L. T., O'Connor, W., Luu, G. T. H., Pham, N. H., Tiep, N. K., & Vu, V. S. (2025). Genetic parameters for whole weight and survival rate of the Portuguese oyster, *Crassostrea angulata*, at different harvest stages after six generations of selection. *Aquaculture International* 33(3), 1-12. https://doi.org/10.1007/s10499-025-01925-w.

Yu, Z. (2023). Bottom culture is a promising strategy for final grow-out of the Portuguese oyster *Crassostrea angulata*. *Aquacultural Engineering* 103, 102365. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102365.

Application of quantum geographic information system (QGIS) in epidemiological mapping and assessment of lumpy skin disease dynamics in cattle and buffaloes in Quang Binh province, 2021 - 2024

Hung H. S. Pham[1], Le T. H. Do[2], & Ky H. Pham[3*]

[1]Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, University of Agriculture and Forestry, Hue University, Hue, Vietnam

[2]Department of Animal Husbandry, Quang Binh Vocational College, Quang Tri, Vietnam

[3]Animal Husbandry Division, Sub-Department of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Quang Tri, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: Septemper 09, 2025
Revised: December 26, 2025
Accepted: January 09, 2026

Keywords

Cattle
Epidemiology
Lumpy skin disease
QGIS
Quang Binh

***Corresponding author**

Pham Hong Ky
Email:
phamhongky6189@gmail.com

ABSTRACT

Lumpy skin disease (LSD) is a significant infectious disease affecting cattle and buffaloes, causing substantial losses to the livestock industry. This study analyzed the progression of LSD outbreaks in Quang Binh province from 2021 to 2024 using epidemiological data and GIS (geographic information system) technology to assess disease distribution. Collected data were processed using Microsoft Excel 2019, descriptive statistical analysis was conducted with SPSS (IBM, 2020), and QGIS (an open-source Geographic Information System software) was employed for visualization to identify high-risk areas. The results indicated that LSD outbreaks varied across districts, with Quang Trach, Quang Ninh, and Tuyen Hoa identified as the highest-risk areas due to high livestock density. Quang Trach district and Ba Don town recorded a gradual decline in disease incidence from 2021 to 2024, attributed to effective control measures such as vaccination and strict disease management. Meanwhile, other locations, including Bo Trach, Le Thuy, and Dong Hoi, also reported cases, though they were not classified as high-risk areas. This study highlights the importance of applying QGIS technology in disease monitoring, aiding authorities in developing appropriate control strategies. The creation of risk maps based on livestock density and epidemiological data enhances the effectiveness of future LSD prevention and control efforts.

Cited as: Pham, H. H. S., Do, L. T. H., & Pham, K. H. (2026). Application of quantum geographic information system (QGIS) in epidemiological mapping and assessment of lumpy skin disease dynamics in cattle and buffaloes in Quang Binh province, 2021 - 2024. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 102-115.

Ứng dụng QGIS trong xây dựng bản đồ dịch tễ và đánh giá diễn biến bệnh viêm da nổi cục trên trâu bò tại Quảng Bình giai đoạn 2021 - 2024

Phạm Hoàng Sơn Hưng[1], Đỗ Thị Hồng Lê[2] & Phạm Hồng Kỳ[3*]

[1]Khoa Chăn Nuôi Thú Y, Trường Đại Học Nông Lâm, Đại Học Huế, Huế

[2]Bộ Môn Chăn Nuôi, Trường Cao Đẳng Nghề Quảng Bình, Quảng Trị

[3]Phòng Chăn Nuôi, Chi Cục Chăn Nuôi Thú Y Tỉnh Quảng Trị, Quảng Trị

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 09/09/2025
Ngày chỉnh sửa: 26/12/2025
Ngày chấp nhận: 09/01/2026

Từ khóa

Dịch tễ
QGIS
Quảng Bình
Trâu bò
Viêm da nổi cục

***Tác giả liên hệ**

Phạm Hồng Kỳ
Email:
phamhongky6189@gmail.com

TÓM TẮT

Viêm da nổi cục (VDNC) là một bệnh truyền nhiễm quan trọng ảnh hưởng đến trâu, bò, gây thiệt hại đáng kể cho ngành chăn nuôi. Nghiên cứu này phân tích diễn biến dịch VDNC tại tỉnh Quảng Bình giai đoạn 2021 - 2024 bằng cách sử dụng dữ liệu dịch tễ và công nghệ GIS (Geographic Information System) để đánh giá sự phân bố dịch bệnh. Dữ liệu thu thập được xử lý bằng Microsoft Excel 2019, phân tích thống kê mô tả bằng SPSS (IBM, 2020), và trực quan hóa bằng QGIS nhằm xác định các khu vực có nguy cơ cao. Kết quả cho thấy dịch VDNC có sự khác biệt giữa các huyện, với Quảng Trạch, Quảng Ninh và Tuyên Hóa là các khu vực có nguy cơ cao nhất do mật độ chăn nuôi lớn. Huyện Quảng Trạch và thị xã Ba Đồn ghi nhận tỷ lệ mắc bệnh giảm dần từ năm 2021 đến 2024 nhờ vào các biện pháp kiểm soát hiệu quả như tiêm phòng vaccine và quản lý dịch bệnh chặt chẽ. Trong khi đó, một số địa điểm khác như Bố Trạch, Lệ Thủy và Đồng Hới cũng ghi nhận ca bệnh nhưng không thuộc vùng nguy cơ cao. Nghiên cứu nhấn mạnh tầm quan trọng của việc ứng dụng QGIS để theo dõi dịch bệnh, hỗ trợ các cơ quan chức năng đưa ra biện pháp kiểm soát phù hợp. Việc xây dựng bản đồ nguy cơ dựa trên mật độ đàn gia súc và dữ liệu dịch tễ giúp nâng cao hiệu quả phòng chống dịch VDNC trong tương lai.

1. Đặt Vấn Đề

Bệnh Viêm da nổi cục (VDNC) là một bệnh truyền nhiễm nguy hiểm trên trâu, bò, gây thiệt hại nghiêm trọng về kinh tế cho ngành chăn nuôi Việt Nam. Bệnh không chỉ ảnh hưởng đến năng suất đàn gia súc mà còn làm gia tăng chi phí kiểm soát dịch bệnh và hạn chế thương mại nông sản. Tại Việt Nam, bệnh VDNC đã xuất hiện tại nhiều tỉnh, trong đó tỉnh Quảng Bình là một trong những địa phương ghi nhận sự bùng phát mạnh mẽ của dịch bệnh này trong những năm gần đây. Diễn biến phức tạp của dịch bệnh tại Quảng Bình, kết hợp với đặc điểm địa lý, điều kiện tự nhiên, và quy mô chăn nuôi lớn, đã đặt ra thách thức không nhỏ trong công tác phòng chống và kiểm soát dịch bệnh.

Trong công tác quản lý dịch bệnh, hệ thống quản lý thông tin dịch bệnh động vật (VAHIS) của Cục Thú y là một công cụ hữu ích. Tuy nhiên, VAHIS vẫn bộc lộ những hạn chế về không gian và tùy chỉnh trong phân tích dịch tễ. Cụ thể, bản đồ dịch tễ phân bố ca bệnh chỉ thể hiện điểm trung tâm các xã có dịch, chưa xác định chính xác vị trí ổ dịch hoặc chưa lồng ghép được các yếu tố ảnh hưởng khác như tổng đàn gia súc và ranh giới địa lý. Điều này đã gây ra nhiều hạn chế trong việc đánh giá nguy cơ lây lan dịch bệnh và xây dựng chiến lược kiểm soát phù hợp.

Trước thực tế đó, việc ứng dụng công cụ Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một hướng tiếp cận hiện đại và cần thiết. Cụ thể, phần mềm Quantum GIS (QGIS) mã nguồn mở mạnh mẽ về GIS đã được nhóm nghiên cứu đề xuất ứng dụng. QGIS có khả năng hỗ trợ xây dựng bản đồ dịch tễ chi tiết về vị trí và quy mô ổ dịch, đồng thời cho phép tích hợp các yếu tố kinh tế - xã hội liên quan đến nguy cơ lây lan bệnh. Nhờ đó, việc đánh giá diễn biến dịch bệnh VDNC tại Quảng Bình giai đoạn 2021 - 2024 có thể trở nên trực quan và chính xác hơn, hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý và phòng chống dịch bệnh.

Nghiên cứu này nhằm giới thiệu kết quả ứng dụng QGIS trong xây dựng bản đồ dịch tễ và đánh giá diễn biến bệnh VDNC tại Quảng Bình từ năm 2021 đến năm 2024. Qua làm rõ mối liên quan giữa mật độ đàn gia súc, điều kiện địa lý và tỷ lệ mắc bệnh, đồng thời đề xuất các giải pháp kiểm soát dịch bệnh phù hợp với thực tế địa phương. Việc ứng dụng công nghệ hiện đại này góp phần nâng cao hiệu quả kiểm soát dịch bệnh.

2. Vật Liệu và Phương Pháp

2.1. Thiết kế nghiên cứu và thu thập số liệu

Nghiên cứu được thực hiện theo thiết kế nghiên cứu mô tả, kết hợp nghiên cứu hồi cứu và điều tra cắt ngang nhằm đánh giá đặc điểm dịch tễ học và diễn biến bệnh viêm da nổi cục (VDNC) trên trâu, bò tại tỉnh Quảng Bình trong giai đoạn 2021 - 2024.

Nghiên cứu hồi cứu: Thu thập số liệu thứ cấp về tình hình dịch VDNC từ năm 2021 đến 2024 (không ghi nhận dịch năm 2022) từ Chi cục Chăn nuôi và Thú y tỉnh Quảng Bình, bao gồm thông tin về số ổ dịch, số trâu bò mắc bệnh, chết bệnh, và phân bố dịch theo địa bàn hành chính.

Điều tra cắt ngang: Tiến hành điều tra bằng phiếu hỏi tại các hộ chăn nuôi trâu, bò trong các năm 2023 - 2024 nhằm đánh giá thực trạng thực hành an toàn sinh học (ATSH) và mối liên quan với tình hình bệnh VDNC.

2.2. Khu vực nghiên cứu, chọn mẫu và đối tượng khảo sát

Nghiên cứu được triển khai tại 03 huyện đại diện cho các vùng sinh thái khác nhau của tỉnh Quảng Bình, bao gồm: Quảng Trạch (khu vực trung du), Quảng Ninh (khu vực đồng bằng) và Tuyên Hóa (khu vực miền núi).

Việc lựa chọn huyện nghiên cứu dựa trên các tiêu chí: (i) có ghi nhận bệnh VDNC trong giai đoạn nghiên cứu; (ii) có quy mô chăn nuôi trâu, bò tương đối lớn; và (iii) đại diện cho các điều kiện địa lý - sinh thái khác nhau trong tỉnh.

Tại mỗi huyện, các xã được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu phân tầng, ưu tiên các xã từng xuất hiện ổ dịch VDNC hoặc có mật độ chăn nuôi cao. Các hộ chăn nuôi trâu, bò trong xã được chọn theo phương pháp chọn mẫu thuận tiện có kiểm soát, với điều kiện hộ có chăn nuôi trâu, bò trong thời gian nghiên cứu và đồng ý tham gia điều tra.

2.3. Biến số và chỉ tiêu nghiên cứu

Các biến số chính trong nghiên cứu bao gồm:

- Biến dịch tễ học: Tình trạng mắc bệnh VDNC (có/không), số con mắc bệnh, số con chết, tỷ lệ mắc bệnh (%), tỷ lệ chết (%).

- Biến an toàn sinh học (ATSH): Tình trạng chuồng trại kiên cố, có hàng rào bảo vệ, vệ sinh chuồng trại thường xuyên, sát trùng định kỳ, và tình trạng tiêm phòng vaccine VDNC.

- Biến không gian - thời gian: Vị trí địa lý của hộ chăn nuôi và ổ dịch, phân bố dịch theo huyện, xã và theo năm.

2.4. Thu thập và xử lý dữ liệu không gian (GIS)

Dữ liệu không gian được thu thập thông qua:

- Xác định tọa độ địa lý (GPS) của các hộ chăn nuôi và các ổ dịch VDNC phát sinh trong các năm 2021, 2023 và 2024 bằng thiết bị định vị cầm tay và dữ liệu hành chính địa phương.

- Sử dụng hệ tọa độ VN-2000 để chuẩn hóa và đồng bộ dữ liệu không gian.

Phần mềm QGIS (phiên bản 3.22) được sử dụng để:

- Xây dựng các lớp bản đồ nền (ranh giới hành chính cấp tỉnh, huyện, xã);

- Biểu diễn các điểm ổ dịch và hộ chăn nuôi;

- Lồng ghép dữ liệu dịch tễ với dữ liệu tổng đàn trâu, bò;

- Phân vùng nguy cơ dịch bệnh dựa trên tiêu chí kết hợp giữa mật độ đàn gia súc và tần suất xuất hiện ổ dịch trong giai đoạn nghiên cứu.

Các lớp dữ liệu được phân loại theo phương pháp phân lớp tự nhiên (Natural Breaks - Jenks) nhằm thể hiện rõ sự khác biệt về mức độ nguy cơ giữa các khu vực.

2.5. Phân tích thống kê

Các số liệu thu thập được nhập và xử lý sơ bộ bằng Microsoft Excel 2019, sau đó phân tích thống kê mô tả bằng phần mềm SPSS (IBM, 2020). So sánh tỷ lệ mắc bệnh và tỷ lệ chết giữa các huyện được thực hiện bằng kiểm định Chi-square (χ^2). Mức ý nghĩa thống kê được xác định tại $P < 0,05$.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Thực trạng thực hành chăn nuôi an toàn sinh học (ATSH) trong chăn nuôi trâu, bò

Các huyện được điều tra về tình hình VDNC ở trâu bò gồm Quảng Trạch, Quảng Ninh và Tuyên Hóa; với 10 xã được điều tra: Quảng Lưu, Quảng Phương, Cảnh Hóa, Quảng Châu, Quảng Hợp, Quảng Xuân, Trường Xuân, Duy Ninh, Tiến Hoá và Mai Hoá, cụ thể ở Bảng 1.

Bảng 1 trình bày thực trạng thực hành chăn nuôi ATSH trong chăn nuôi trâu, bò tại tỉnh Quảng Bình và ba huyện điều tra là Quảng Trạch, Quảng Ninh và Tuyên Hóa, giai đoạn 2021 - 2024, qua đó cung cấp cái nhìn toàn diện về mức độ áp dụng các biện pháp ATSH tại địa phương. Kết quả khảo sát cho thấy, các chỉ tiêu đánh giá thực hành ATSH bao gồm xây dựng chuồng trại, thiết lập hàng rào bảo vệ, thực hiện vệ sinh chuồng trại, tiến hành sát trùng, và tiêm phòng vaccine. Mỗi huyện đều có sự khác biệt trong mức độ thực hiện các chỉ tiêu này, phản ánh bối cảnh kinh tế, nhận thức.

Bảng 1. Đánh giá thực trạng thực hành chăn nuôi an toàn sinh học trong chăn nuôi trâu, bò tại tỉnh Quảng Bình giai đoạn 2021 - 2024

TT	Huyện điều tra	Chỉ tiêu điều tra	Số hộ đạt chỉ tiêu (hộ)				Tỷ lệ (%)			
			2021	2022	2023	2024	2021	2022	2023	2024
1	Quảng Trạch	Chuồng trại kiên cố	25	30	28	20	29,76	35,14	33,33	23,80
		Hàng rào	3	12	12	11	3,57	14,29	14,29	13,10
		Vệ sinh TX	2	3	5	9	2,38	3,57	5,95	10,71
		Sát trùng TX	1	5	10	5	1,19	5,95	11,9	5,95
		Tiêm vắc-xin	31	21	15	17	36,9	25,00	17,85	20,20
		Số hộ điều tra	84	84	84	84	72,62	84,52	83,33	73,81
2	Quảng Ninh	Chuồng trại kiên cố	7	6	5	6	13,21	13,32	9,43	13,32
		Hàng rào	3	4	3	10	5,66	7,55	5,66	18,87
		Vệ sinh TX	2	3	1	6	3,77	5,66	1,89	13,32
		Sát trùng TX	1	2	1	11	1,89	3,77	1,89	18,90
		Tiêm vắc-xin	27	23	33	27	50,94	43,4	62,26	50,94
		Số hộ điều tra	53	53	53	53	75,47	71,69	81,13	88,68
3	Tuyên Hoá	Chuồng trại kiên cố	10	6	15	18	23,81	14,29	35,71	42,86
		Hàng rào	5	8	3	4	11,9	19,05	7,14	9,52
		Vệ sinh TX	3	2	1	8	7,14	4,76	2,38	19,00
		Sát trùng TX	2	5	9	5	4,76	11,90	21,43	11,90
		Tiêm vắc-xin	22	17	13	12	52,38	40,47	30,95	28,57
		Số hộ điều tra	42	42	42	42	95,23	90,48	88,10	100
4	Tổng	Chuồng trại kiên cố	38	42	48	44	21,23	23,46	26,82	24,58
		Hàng rào	11	24	18	25	6,15	13,41	10,06	13,97
		Vệ sinh TX	7	8	7	20	3,91	4,47	3,91	11,17
		Sát trùng TX	4	12	20	14	2,23	6,70	11,17	7,82
		Tiêm vắc-xin	80	61	61	56	44,69	34,08	34,08	31,28

TX: thường xuyên.

Công tác ATSH tại Quảng Bình có những yếu tố tích cực, nhưng cần có sự đầu tư và đồng bộ hơn nữa trong các công tác tiêm vaccine và vệ sinh để đảm bảo môi trường chăn nuôi an toàn và bền vững. Chuồng trại kiên cố đóng vai trò cốt lõi trong việc bảo vệ vật nuôi khỏi các yếu tố môi trường và mầm bệnh. Số liệu cho thấy đầu tư vào chuồng trại kiên cố tại Quảng Bình có xu hướng tăng (từ 21,23 lên 24,58% theo từng giai đoạn). Điều này cho thấy sự quan tâm ngày càng cao của người dân và cơ quan chức năng đối với việc xây dựng môi trường sống đạt tiêu chuẩn cho gia súc. Công tác vệ sinh được chú trọng, với tỷ lệ tăng dần qua các giai đoạn (từ 3,91 lên 11,17%). Sự gia tăng này cho thấy ý thức của người chăn nuôi trong việc giữ gìn môi trường sống sạch

sẽ cho vật nuôi. Tuy nhiên, sự tăng trưởng này cần được duy trì ổn định hơn để đạt hiệu quả lâu dài. Tỷ lệ sát trùng có xu hướng tăng mạnh ở một số giai đoạn (từ 2,23 lên 7,82%). Đây là tín hiệu tích cực, phản ánh sự tăng cường các biện pháp tiêu diệt mầm bệnh và giảm nguy cơ lây lan dịch bệnh. Tuy nhiên tỷ lệ này đang còn rất thấp. Vaccine là giải pháp quan trọng trong việc nâng cao sức đề kháng và bảo vệ đàn trâu bò khỏi bệnh VDNC. Nhưng ở Quảng Bình tỷ lệ tiêm phòng vaccine giảm từ 44,69 xuống 31,28%, điều này có thể phản ánh sự thiếu đồng bộ trong công tác triển khai hoặc tiếp cận vaccine của người chăn nuôi. Đối với bệnh VDNC người dân chưa quan tâm chú trọng phòng dịch như bệnh lở mồm long móng hay tụ huyết trùng.

Tại huyện Quảng Trạch về chỉ tiêu chuồng trại kiên cố, tỷ lệ đạt yêu cầu giảm từ 29,8% (2021) xuống 23,8% (2024). Điều này chưa phản ánh sự quan tâm đầu tư của các hộ chăn nuôi vào cơ sở hạ tầng. Tuy nhiên, chỉ tiêu có hàng rào bảo vệ lại có tỷ lệ thấp, dao động từ 3,6% (2021) đến 13,1% (2024), cho thấy việc xây dựng hàng rào vẫn chưa được chú trọng. Trong khi đó, tỷ lệ đạt chỉ tiêu vệ sinh thường xuyên tăng đáng kể từ 2,38% (2021) lên 10,71% (2024), nhờ vào các chiến dịch tuyên truyền về tầm quan trọng của vệ sinh môi trường chăn nuôi. Đặc biệt, chỉ tiêu tiêm phòng vaccine giảm mạnh từ 36,9% năm 2021 giảm xuống 20,2% năm 2024. Điều này cho thấy ý thức của người chăn nuôi về tiêm chủng phòng bệnh VDNC cho đàn trâu, bò chưa cao.

Tại huyện Quảng Ninh, tình hình thực hiện ATSH cũng có sự cải thiện qua các năm. Chỉ tiêu chuồng trại kiên cố đạt 13,1% vào năm 2021 và tăng lên 13,2% vào năm 2024, không có sự thay đổi trong việc áp dụng mô hình chăn nuôi hiện đại, phản ánh sự hạn chế trong khả năng đầu tư. Chỉ tiêu sát trùng và vệ sinh chuồng trại được cải thiện. Cụ thể, tỷ lệ đạt sát trùng tăng từ 1,9% (2021) lên 18,9% (2024), trong khi vệ sinh chuồng trại tăng từ 5,7% lên 18,9% trong cùng giai đoạn. Ngoài ra, tỷ lệ hộ thực hiện tiêm phòng vaccine tăng từ 43,4% (2022) lên 50,9% (2024).

Tại huyện Tuyên Hóa là địa phương có số hộ chăn nuôi điều tra ít nhất (42 hộ) và cũng là nơi có tỷ lệ đạt các chỉ tiêu thấp nhất. Chỉ tiêu chuồng trại kiên cố duy trì ở mức dưới 10% qua các năm, cho thấy khó khăn về cơ sở hạ tầng tại địa phương này.

Tuy nhiên, các chỉ tiêu khác như vệ sinh chuồng trại và sát trùng thường xuyên ghi nhận sự cải thiện đáng kể. Tỷ lệ hộ đạt chỉ tiêu vệ sinh tăng từ 7,14% (2021) lên 19,0% (2024), còn tỷ lệ sát trùng tăng từ 4,7 lên 11,9%. Tỷ lệ hộ thực hiện tiêm phòng vaccine giảm từ 52,38% (2021) xuống 28,7% (2024).

Các chỉ số về ATSH ở Quảng Bình thấp hơn đáng kể so với Bến Tre. Nghiên cứu của Truong & ctv. (2023) tại tỉnh Bến Tre cho thấy 75,56% số hộ có chuồng trại kiên cố, cao hơn đáng kể so với Quảng Bình chiếm tỷ lệ 24,58% (2024). Tỷ lệ 44,44% số hộ tại Bến Tre sát trùng chuồng trại thường xuyên, trong khi ở Quảng Bình, tỷ lệ này rất thấp chỉ chiếm 7,82% (2024). Tỷ lệ tiêm phòng bệnh VDNC tại tỉnh Bến Tre là 68,33% trong khi ở Quảng Bình chỉ chiếm 31,28% điều này cho thấy rằng yếu tố ATSH ở Quảng Bình chưa được quan tâm chú ý (Truong & ctv., 2023).

Nghiên cứu của Vo & ctv. (2022) tại các tỉnh bắc miền trung (Thanh Hóa đến Quảng Trị) ghi nhận việc áp dụng ATSH như vệ sinh chuồng trại, sát trùng và diệt côn trùng đóng vai trò quan trọng trong giảm nguy cơ lây nhiễm. Tuy nhiên, chỉ 40,37% trâu bò tại khu vực này được tiêm vaccine VDNC, cao hơn tỷ lệ tiêm phòng VDNC tại Quảng Bình (31,28% năm 2021). Tình

hình áp dụng ATSH tại Quảng Bình và các tỉnh miền Trung đều chưa được đồng bộ, phản ánh thực trạng chung về nhận thức và hỗ trợ kỹ thuật trong chăn nuôi ở các vùng có điều kiện kinh tế hạn chế (Pham & ctv., 2024a).

Cả ba huyện điều tra đều ghi nhận sự cải thiện trong thực hành ATSH qua các năm. Quảng Trạch và Quảng Ninh đạt tỷ lệ thực hiện các chỉ tiêu cao hơn, đặc biệt ở các khía cạnh như vệ sinh chuồng trại và tiêm phòng vaccine. Trong khi đó, Tuyên Hóa tỷ lệ đạt thấp hơn ở hầu hết các chỉ tiêu. Quảng Trạch, với số hộ chăn nuôi lớn nhất, đạt tỷ lệ thực hiện các chỉ tiêu ATSH cao hơn so với Quảng Ninh và Tuyên Hóa ở hầu hết các khía cạnh vì ở Quảng Trạch số hộ được điều tra nhiều hơn so với Quảng Ninh và Tuyên Hóa. Tuy nhiên, Quảng Ninh lại có bước tiến vượt bậc trong chỉ tiêu tiêm phòng vaccine, đạt tỷ lệ 60,2% vào năm 2024, cao nhất trong ba huyện. Tuyên Hóa đạt tỷ lệ thấp nhất ở hầu hết các chỉ tiêu tuy nhiên, sự cải thiện qua các năm, đặc biệt ở chỉ tiêu vệ sinh chuồng trại và tiêm phòng, cho thấy tiềm năng phát triển nếu có sự hỗ trợ đầy đủ hơn từ các cơ quan chức năng.

Nhìn chung, các huyện trong khu vực điều tra đều có những hạn chế trong việc thực hiện các biện pháp ATSH, đặc biệt là trong việc tiêm phòng vaccine và xây dựng chuồng trại kiên cố. Mặc dù có sự cải thiện trong các năm qua, nhưng mức độ áp dụng các biện pháp này vẫn còn thấp và chưa đồng đều.

3.2. Kết quả khảo sát tỷ lệ trâu, bò mắc bệnh và chết do dịch VDNC tại các huyện điều tra tại tỉnh Quảng Bình năm 2021 - 2024

Kết quả thực hiện khảo sát tỷ lệ trâu, bò mắc bệnh và chết do dịch VDNC ở các huyện điều tra tại tỉnh Quảng Bình năm 2021 - 2024 thể hiện qua Bảng 2.

Bảng 2. Tỷ lệ trâu, bò mắc bệnh và chết do dịch viêm da nổi cục tại các huyện điều tra tại tỉnh Quảng Bình năm 2021 - 2024

Huyện	Xã	Số hộ dương tính (hộ)	Số con khảo sát (con)	Số con bệnh (con)	Tỷ lệ bệnh (%)	Số con chết (con)	Tỷ lệ chết (%)
Quảng Ninh	Trường Xuân	7	21	1	4,76%	0	0
	Duy Ninh	4	1	25,00%	0	0	0
	Cộng	25	2	8,00%	0	0	0,00%
Quảng Trạch	Quảng Lưu	15	47	40	85,11%	2	5,00%
	Cảnh Hóa	1	3	0	0	0	0
	Quảng Phương	7	27	19	70,37%	3	15,79%
	Quảng Châu	3	12	1	8,33%	0	0
	Quảng Hợp	9	30	5	16,67%	0	0
	Quảng Xuân	2	5	1	20,00%	0	0
	Cộng	37	124	66	53,23%	5	7,58%
Tuyên Hoá	Tiến Hóa	8	18	15	83,33%	2	6,67%
	Mai Hóa	6	13	11	84,62%	0	0
	Cộng	14	31	26	83,87%	2	3,85%
Tổng cộng		61	180	94	52,22%	7	3,89%
P					> 0,05		> 0,05

Kết quả bảng 2 cho thấy, từ năm 2021 - 2024 các huyện điều tra đều xảy ra bệnh VDNC. Kết quả cho thấy tỷ lệ mắc VDNC cao chiếm 52,22% tuy nhiên tỷ lệ chết lại rất thấp chỉ chiếm 3,89%. Tỷ lệ mắc bệnh VDNC trong nghiên cứu này không có ý nghĩa thống kê do kích thước mẫu nhỏ và không đồng đều giữa các huyện.

Tại huyện Quảng Ninh ghi nhận tỷ lệ mắc bệnh thấp so với 2 huyện Tuyên Hóa và Quảng Trạch (ở xã Trường Xuân (4,76%) và Duy Ninh (25%)), không có trường hợp nào chết do VDNC. Tuy nhiên, tỷ lệ hộ đạt chuẩn vệ sinh chuồng trại tại huyện này rất thấp, chỉ dao động từ 9,43 đến 13,32%, và tỷ lệ sát trùng chuồng trại cũng chỉ đạt tối đa 7,55% vào năm 2024. Trong khi đó tỷ lệ tiêm phòng vaccine tương đối cao, lên tới 62,26% vào năm 2023, giảm nhẹ còn 50,94% vào năm 2024 (Bảng 1). Từ mối liên hệ này có thể chứng minh được số ca mắc bệnh và chết do VDNC ở huyện Quảng Ninh thấp hơn so với các huyện khác là do tác dụng của vaccine, điều này được Truong & ctv. (2023) đã chỉ ra, tiêm vaccine là biện pháp hiệu quả để kiểm soát dịch bệnh.

Huyện Quảng Trạch có tình hình dịch bệnh VDNC cao nhất trong 3 huyện điều tra, đặc biệt tại xã Quảng Lưu, nơi tỷ lệ mắc bệnh lên tới 85,11%, với 40/47 con bò bị nhiễm bệnh và 2 con tử vong. Quảng Phương cũng có tỷ lệ mắc bệnh cao (70,37%) và tỷ lệ tử vong là (11,11%). Theo Bảng 1, mặc dù các chỉ tiêu về chăn nuôi ATSH đều có xu hướng tăng nhưng tỷ lệ hộ đạt chuẩn chuồng trại chăn nuôi tại Quảng Trạch giảm mạnh từ 29,76% (2021) xuống còn 23,8% (2024), và tỷ lệ tiêm phòng vaccine cũng giảm từ 36,9% (2021) xuống còn 20,24% (2024). Những con số này phản ánh sự thiếu hụt nghiêm trọng trong công tác ATSH, vệ sinh chuồng trại và tiêm phòng. Một số tác giả như Vo & ctv. (2022) đã nhấn mạnh, sự kết hợp giữa vệ sinh kém và không tiêm phòng là nguyên nhân chính dẫn đến bùng phát dịch. Nguyen & ctv. (2022) và Vo & ctv. (2022) đều chỉ ra rằng việc không tiêm phòng là yếu tố chính làm tăng tỷ lệ mắc bệnh. Các xã như Quảng Lưu và Quảng Phương có thể chưa được tiêm vaccine đầy đủ, dẫn đến tỷ lệ mắc cao. Theo nghiên cứu của Vo & ctv. (2022) thì tỷ lệ nhiễm bệnh trung bình ở các tỉnh Thanh Hóa đến Quảng Trị là 89,88%, với tỷ lệ mẫu bệnh phẩm dương tính từ 83,73 đến 96,86% tùy thuộc vào loại mẫu (vảy da, máu, mẫu gộp). Điều này phù hợp với tỷ lệ mắc cao ở các xã Quảng Lưu và Quảng Phương, cho thấy sự lây lan mạnh của virus trong các khu vực mật độ chăn nuôi cao. Theo công bố của Nguyen & ctv. (2022) tại Trà Vinh và Đồng Tháp, tỷ lệ nhiễm bệnh dao động từ 38,46 đến 41,46%. Các khu vực có tỷ lệ mắc cao thường có mật độ chăn nuôi lớn và phương thức chăn thả tự do. Kết quả này cũng được quan sát tại Quảng Lưu và Quảng Phương, nơi tỷ lệ mắc bệnh cao nhất.

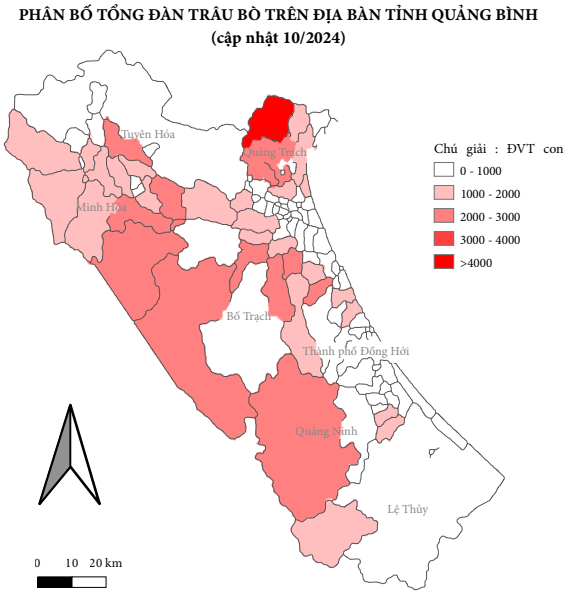
Huyện Tuyên Hóa cũng ghi nhận tỷ lệ mắc bệnh khá cao tại các xã Tiến Hóa (83,33%) và Mai Hóa (84,62%), nhưng tỷ lệ chết trung bình chỉ là 3,85%. Điều này cho thấy mặc dù công tác phòng ngừa bệnh còn chưa tốt, để xảy ra dịch bệnh với tỉ lệ cao, nhưng có thể công tác điều trị bệnh tại các hộ điều tra ở huyện này có hiệu quả, dẫn đến tỉ lệ chết chỉ ở mức thấp. Theo Tuppurainen & ctv. (2017), các yếu tố như côn trùng truyền bệnh (ruồi, muỗi) và điều kiện khí hậu nóng ẩm là nguyên nhân chính khiến bệnh VDNC bùng phát. Các xã như Mai Hóa và Tiến Hóa, nằm trong vùng có địa hình và khí hậu thuận lợi cho sự phát triển của vector truyền bệnh, có thể đã chịu ảnh hưởng lớn từ những yếu tố này. Theo Bảng 1, tỷ lệ hộ đạt chuẩn vệ sinh chuồng trại tăng nhẹ từ 23,81% (2021) lên 42,86% (2024), nhưng tỷ lệ tiêm phòng vaccine lại giảm từ 52,38% xuống còn 28,57% trong cùng

giai đoạn. Điều này phù hợp với nhận định của Dang & ctv. (2024), rằng các khu vực có tỷ lệ tiêm phòng thấp thường dễ xảy ra dịch bệnh lớn. Theo nghiên cứu của Pham & ctv. (2024b) thì tỷ lệ mắc bệnh trung bình trên cả nước là 39,5%, nhưng dao động lớn giữa các vùng sinh thái. Khu vực đồng bằng và miền núi có tỷ lệ mắc cao hơn so với vùng trung du và cao nguyên, phù hợp với tình hình tại huyện Quảng Trạch và Tuyên Hóa.

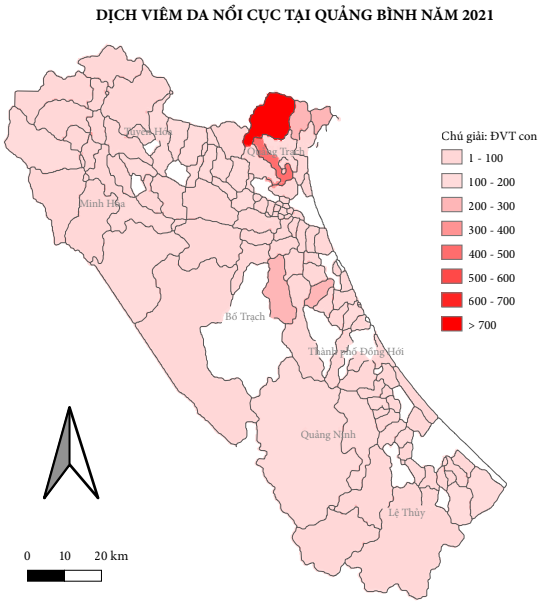
Nhìn chung, tình hình dịch bệnh VDNC tại Quảng Bình chịu ảnh hưởng lớn từ vệ sinh chuồng trại, tiêm phòng vaccine, và phương thức chăn nuôi. Huyện Quảng Ninh có tỷ lệ mắc bệnh thấp nhất nhờ tỷ lệ tiêm phòng cao hơn, trong khi Quảng Trạch chịu ảnh hưởng nghiêm trọng nhất do ATSH yếu kém và tỷ lệ tiêm phòng thấp. Mùa mưa, cùng với phương thức chăn thả tự do tại các xã như Quảng Lưu và Tiến Hóa, cũng làm gia tăng nguy cơ bùng phát dịch. Như Dang & ctv. (2024) đã đề xuất, việc cải thiện vệ sinh chuồng trại và đẩy mạnh các chiến dịch tiêm phòng vaccine là yếu tố then chốt để kiểm soát dịch bệnh.

3.3. Ứng dụng GIS vào công tác báo cáo và xác định biện pháp phòng chống dịch

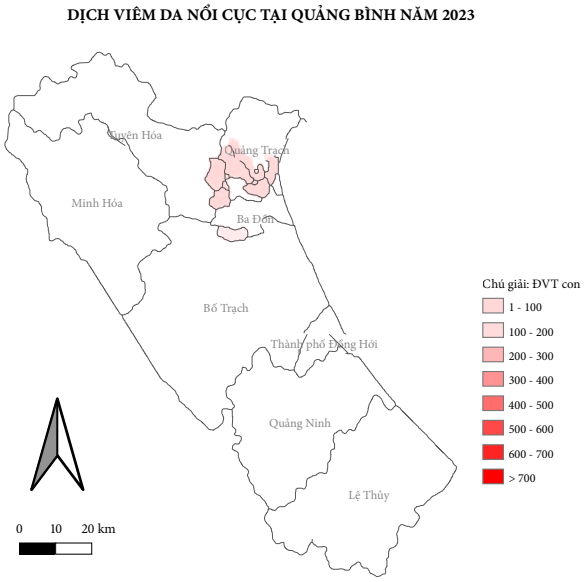
Hiện nay các Chi cục Chăn nuôi và Thú y trên các nước đã và đang ứng dụng hệ thống quản lý thông tin dịch bệnh động vật của Cục Thú y - VAHIS để báo cáo và phục vụ kiểm soát dịch bệnh động vật, trên cơ bản hệ thống cũng đã tích hợp công nghệ GIS để thể hiện các ổ dịch trên bản đồ (MOST, 2024). Tuy nhiên hạn chế của VAHIS hiện nay chỉ thể hiện được bản đồ điểm là trung tâm các xã chứ chưa đúng với các vị trí ổ dịch, trên bản đồ cũng chưa thể hiện được quy mô ổ dịch hay một số yếu tố về kinh tế xã hội có thể ảnh hưởng đến khả năng phát dịch VDNC của các địa phương (yếu tố tổng đàn trâu bò, ranh giới địa lý các huyện…). Trong thời gian để hệ thống có thể cập nhật thêm được các tính năng, nhóm nghiên cứu đề xuất Chi cục Chăn nuôi và Thú y Quảng Bình ứng dụng QGIS để xây dựng các bản đồ dịch tễ nhằm đánh giá mức độ dịch VDNC từ 2021 - 2024 và ứng dụng xây dựng bản đồ thể hiện tổng đàn trâu bò tại các địa phương để hỗ trợ công tác phát triển chăn nuôi, phòng chống dịch bệnh.



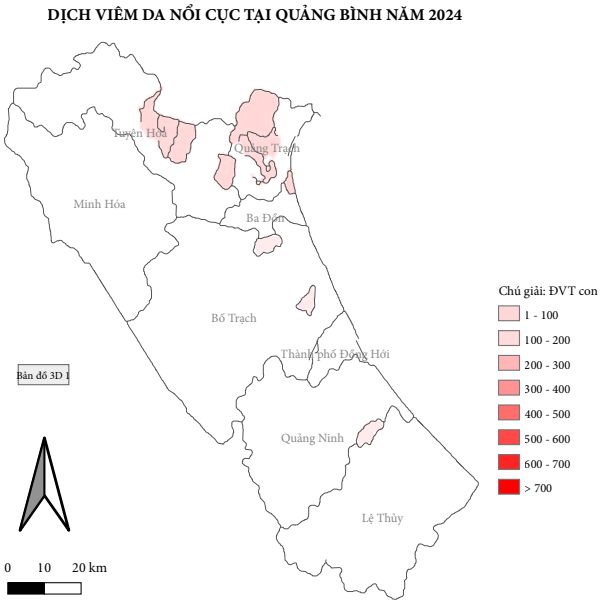
Hình 1. Bản đồ phân bố tổng đàn trâu, bò trên địa bàn tỉnh Quảng Bình (cập nhật tháng 10/2024).



Hình 2. Bản đồ dịch bệnh viêm da nổi cục năm 2021.



Hình 3. Bản đồ dịch bệnh viêm da nổi cục tại Quảng Bình năm 2023.



Hình 4. Bản đồ dịch bệnh viêm da nổi cục tại tỉnh Quảng Bình năm 2024.

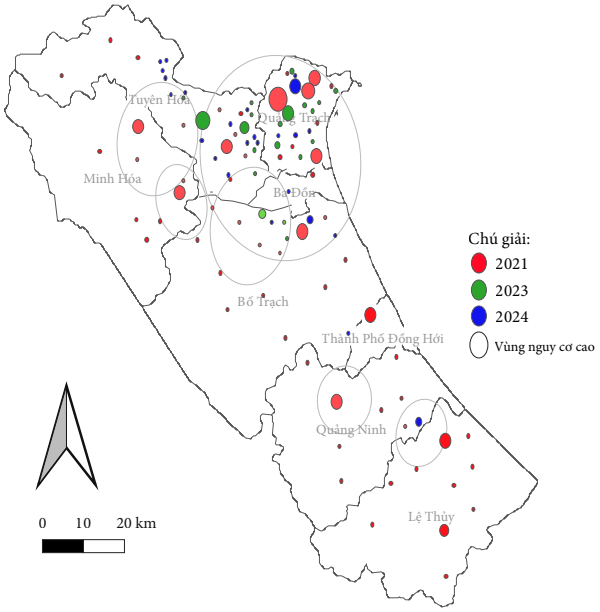
Dựa trên các bản đồ dịch bệnh VDNC và bản đồ tổng đàn trâu bò trên địa bàn tỉnh Quảng Bình, chúng tôi đã phân tích diễn biến dịch bệnh các năm 2021, 2023 và 2024 (năm 2022 không có dữ liệu). Bản đồ tổng đàn trâu bò (Hình 1) cho thấy sự phân bố không đồng đều giữa các huyện, với những huyện như Quảng Trạch, Tuyên Hóa, Minh Hóa, Quảng Ninh, và Lệ Thủy có tổng đàn chăn nuôi lớn nhất. Bản đồ dịch bệnh VDNC (Hình 2, 3, 4) phản ánh sự bùng phát và lây lan dịch bệnh qua các năm. Qua đó, ta có thể nhận diện những khu vực có sự gia tăng hoặc giảm sút tỷ lệ mắc bệnh nhằm đưa ra những nhận định về các yếu tố ảnh hưởng đến sự lây lan và kiểm soát dịch bệnh theo Hình 5. Qua các bản đồ bên trên ta thấy trực quan các địa phương thường xuyên xảy ra dịch VDNC cũng là các địa phương có tổng đàn chăn nuôi trâu bò lớn nhất tỉnh (huyện Quảng Trạch, một số xã tại Tuyên Hóa, Minh Hóa, Quảng Ninh, Lệ Thủy…), ngoài ra các khu vực xảy ra dịch trong 3 năm cũng được đưa vào danh sách các xã có nguy cơ cao, cần triển khai biện pháp tiêm phòng, phòng bệnh triệt để.

So với hệ thống quản lý thông tin dịch bệnh động vật VAHIS hiện đang được sử dụng phổ biến, việc ứng dụng QGIS trong nghiên cứu này cho thấy nhiều giá trị gia tăng quan trọng trong hỗ trợ ra quyết định phòng chống bệnh VDNC. Trong khi VAHIS chủ yếu cung cấp thông tin dịch bệnh dưới dạng điểm trung tâm hành chính và phục vụ báo cáo định kỳ, QGIS cho phép tùy chỉnh, tích hợp và phân tích đồng thời nhiều lớp dữ liệu không gian - dịch tễ, từ đó nâng cao khả năng giám sát và đánh giá nguy cơ dịch bệnh.

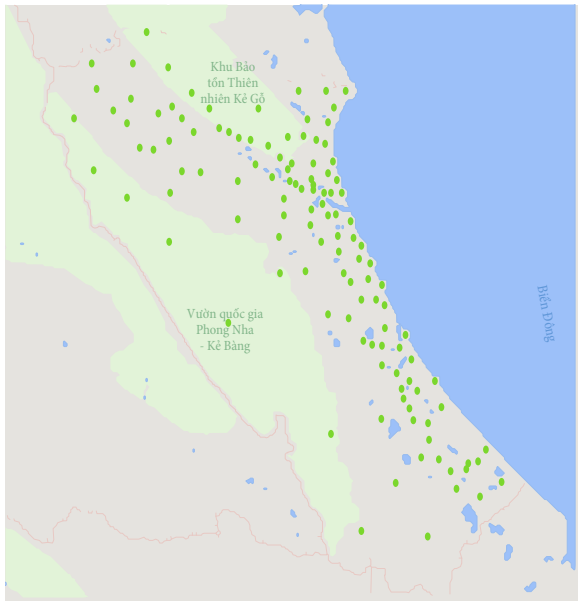
Cụ thể, QGIS hỗ trợ xác định chính xác vị trí ổ dịch và khu vực chăn nuôi có nguy cơ cao, giúp cơ quan thú y địa phương chủ động khoanh vùng ổ dịch, thiết lập vùng đệm và ưu tiên tiêm phòng vaccine cho các khu vực có mật độ đàn trâu, bò lớn hoặc có tiền sử dịch bệnh. Việc lồng ghép dữ liệu tổng đàn với phân bố dịch bệnh theo không gian và thời gian cho phép xây dựng bản đồ nguy cơ, từ đó hỗ trợ phân bổ nguồn lực tiêm phòng và kiểm soát dịch bệnh một cách hiệu quả hơn trong điều kiện nguồn lực còn hạn chế.

Bên cạnh đó, QGIS còn đóng vai trò quan trọng trong giám sát diễn biến dịch bệnh theo thời gian, giúp đánh giá hiệu quả của các biện pháp phòng chống đã triển khai, như tiêm phòng vaccine và cải thiện thực hành an toàn sinh học. Thông tin bản đồ trực quan do QGIS cung cấp giúp nâng cao khả năng truyền đạt thông tin dịch bệnh tới cán bộ quản lý, chính quyền địa phương và người chăn nuôi, từ đó tăng cường phối hợp trong công tác phòng chống dịch.

Như vậy, kết quả nghiên cứu cho thấy QGIS không chỉ là công cụ trực quan hóa dữ liệu dịch tễ mà còn là công cụ hỗ trợ ra quyết định quan trọng, bổ trợ hiệu quả cho hệ thống VAHIS trong giám sát, khoanh vùng và kiểm soát bệnh VDNC trên trâu, bò tại địa phương.



Xây dựng bằng QGis



Theo báo cáo Vahis

Hình 5. Bản đồ diễn biến bệnh viêm da nổi cục trên trâu, bò tại Quảng Bình giai đoạn 2021 - 2024.

Tại tỉnh Quảng Bình, diễn biến bệnh VDNC có sự khác biệt rõ rệt giữa các huyện, đặc biệt là trong các năm 2021, 2023 và 2024. Huyện Quảng Trạch và Thị xã Ba Đồn dù nằm trong vùng nguy cơ cao, có tỷ lệ mắc bệnh giảm dần trong các năm gần đây, từ mức cao nhất vào năm 2021. Điều này cho thấy sự cải thiện trong công tác phòng ngừa dịch bệnh VDNC trâu, bò và các biện pháp kiểm soát dịch bệnh, như tiêm phòng vaccine và chăn nuôi ATSH cho trâu, bò được chú trọng trên địa bàn huyện Quảng Trạch và thị xã Ba Đồn.

Tại huyện Quảng Trạch, sự giảm dần tỷ lệ mắc bệnh từ năm 2021 cho thấy hiệu quả của các biện pháp kiểm soát dịch bệnh. Tuy nhiên, do mật độ chăn nuôi lớn và các điều kiện tự nhiên thuận lợi cho sự phát triển của mầm bệnh, khu vực này vẫn cần tiếp tục các biện pháp phòng ngừa nghiêm ngặt.

Tương tự, các huyện Tuyên Hóa và Minh Hóa cũng ghi nhận tỷ lệ mắc bệnh cao trong năm 2021 và nằm trong vùng nguy cơ cao, nhưng mức độ này có sự giảm sút trong các năm tiếp theo. Nguyên nhân có thể là sự kết hợp giữa các yếu tố như điều kiện vệ sinh chưa được cải thiện đầy đủ trong các năm trước, cũng như quy mô đàn gia súc lớn, làm gia tăng khả năng lây lan

bệnh. Trong khi đó, huyện Bố Trạch mặc dù có diễn biến bệnh ít phức tạp hơn nhưng vẫn ghi nhận ca mắc trong các năm 2021, 2023 và 2024. Điều này có thể cho thấy mặc dù tỷ lệ mắc bệnh không cao, nhưng sự xuất hiện của bệnh vẫn có thể xảy ra trong các điều kiện cụ thể. Một yếu tố quan trọng là việc kiểm soát chặt chẽ các biện pháp phòng ngừa, đặc biệt trong các khu vực có điều kiện vệ sinh kém hoặc mật độ chăn nuôi chưa được giảm thiểu đúng mức (Tran & ctv., 2023). Các huyện Lệ Thủy và Đồng Hới ghi nhận sự xuất hiện dịch bệnh vào năm 2021, nhưng không nằm trong vùng có nguy cơ cao. Điều này có thể giải thích bởi sự nhập khẩu trâu bò từ các vùng khác, làm gia tăng khả năng mầm bệnh từ bên ngoài xâm nhập vào. Do vậy, các huyện này cần có các biện pháp kiểm soát nghiêm ngặt việc nhập khẩu gia súc từ các khu vực có dịch, đồng thời tăng cường công tác phòng ngừa và kiểm soát dịch bệnh trong khu vực.

Tóm lại, các huyện trong tỉnh Quảng Bình có sự phân bổ khác nhau về tỷ lệ mắc bệnh VDNC qua các năm, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như quy mô đàn gia súc, điều kiện vệ sinh, công tác tiêm phòng và việc nhập khẩu gia súc. Việc hiểu rõ các yếu tố này sẽ giúp các cơ quan chức năng và cộng đồng đưa ra những biện pháp phòng ngừa phù hợp, nhằm giảm thiểu sự phát tán của bệnh VDNC trong tương lai.

4. Kết Luận và Đề nghị

Kết Luận

Nghiên cứu được tiến hành điều tra tại 179 hộ chăn nuôi trâu bò trên địa bàn trong 2 năm 2023 và 2024, tại địa bàn 3 huyện Quảng Trạch (84 hộ), Quảng Ninh (53 hộ) và Tuyên Hóa (42 hộ). Nghiên cứu đã cung cấp cái nhìn tổng thể về đặc điểm dịch tễ học và diễn biến bệnh viêm da nổi cục (VDNC) trên trâu, bò tại tỉnh Quảng Bình trong giai đoạn 2021 - 2024 thông qua việc kết hợp phân tích số liệu dịch tễ và ứng dụng công nghệ GIS. Kết quả cho thấy thực hành an toàn sinh học trong chăn nuôi trâu, bò tại Quảng Bình còn nhiều hạn chế và chưa đồng đều giữa các địa phương, đặc biệt là các biện pháp tiêm phòng vaccine và vệ sinh, sát trùng chuồng trại. Những hạn chế này có mối liên quan với sự tồn tại và tái phát của dịch VDNC tại một số khu vực có mật độ chăn nuôi cao. Bệnh VDNC ghi nhận tỷ lệ mắc tương đối cao (52,22%) nhưng tỷ lệ chết thấp (3,89%), phản ánh đặc điểm dịch tễ của bệnh tại địa phương và cho thấy hiệu quả nhất định của các biện pháp điều trị và quản lý ca bệnh. Tuy nhiên, do cỡ mẫu còn hạn chế và sự khác biệt giữa các địa bàn chưa có ý nghĩa thống kê, các mối liên quan này cần được tiếp tục nghiên cứu với quy mô lớn hơn.

Việc ứng dụng QGIS trong xây dựng và phân tích bản đồ dịch tễ đã cho thấy hiệu quả rõ rệt trong việc trực quan hóa sự phân bố không gian - thời gian của bệnh VDNC, xác định các khu vực nguy cơ cao và làm rõ mối liên quan giữa phân bố dịch bệnh với quy mô đàn trâu, bò. So với hệ thống báo cáo dịch bệnh truyền thống, QGIS cho phép tích hợp nhiều lớp dữ liệu và cung cấp thông tin chi tiết hơn, qua đó nâng cao năng lực giám sát, đánh giá và hỗ trợ ra quyết định trong công tác phòng chống dịch bệnh. Kết quả nghiên cứu khẳng định giá trị thực tiễn của việc ứng dụng GIS trong quản lý dịch bệnh động vật, đồng thời tạo cơ sở khoa học cho việc xây dựng các chiến lược kiểm soát VDNC phù hợp với điều kiện chăn nuôi và đặc điểm dịch tễ tại tỉnh Quảng Bình trong thời gian tới.

Đề Nghị

- Cần có biện pháp tuyên truyền, hướng dẫn người chăn nuôi trâu bò trên địa bàn thực hiện

các giải pháp nhằm: Cải thiện chất lượng nước uống. Đảm bảo gia súc luôn được cung cấp nước sạch, tránh các nguồn nước ô nhiễm có thể là yếu tố truyền bệnh. Các biện pháp xử lý nước uống cần được áp dụng rộng rãi trong các khu vực chăn nuôi để giảm thiểu nguy cơ mắc bệnh. Kiểm soát và diệt côn trùng. Có các biện pháp diệt côn trùng cần được thực hiện thường xuyên và hiệu quả, đặc biệt là trong các khu vực chăn nuôi gia súc có mật độ cao. Việc kiểm soát các loại côn trùng truyền bệnh như muỗi và ruồi là rất quan trọng trong việc ngăn ngừa bệnh VDNC. Nâng cao nhận thức cho người chăn nuôi.

- Cần tổ chức các chương trình đào tạo và tuyên truyền về các biện pháp phòng bệnh VDNC cho người chăn nuôi. Hướng dẫn người chăn nuôi về tầm quan trọng của các biện pháp phòng ngừa, tiêm phòng và cải thiện điều kiện vệ sinh trong quá trình chăn nuôi sẽ giúp giảm thiểu đáng kể tỷ lệ mắc bệnh. Từ đó nâng cao các chỉ số thực hiện ATSH trên địa bàn tỉnh, đặc biệt là các vấn đề của các huyện đã thực hiện nghiên cứu.

- Đề xuất chính quyền địa phương quyết liệt trong các hoạt động: Thực hiện các chương trình tiêm phòng Vaccine có chọn lọc và ưu tiên, đặc biệt là với tỉnh có nguồn lực còn hạn chế như Quảng Bình và đang gặp tình trạng gặp khó khăn khi chờ phân bổ vốn. Ưu tiên các địa phương có tổng đàn gia súc cao và thường xuyên xảy ra dịch bệnh trước đó, tăng cường tiêm phòng và quản lý đàn. Cần đẩy mạnh chương trình tiêm phòng để bảo vệ gia súc khỏi bệnh VDNC. Các chủ chăn nuôi cần tuân thủ nghiêm ngặt lịch tiêm phòng và thực hiện các biện pháp phòng ngừa khác để đảm bảo sức khỏe của đàn gia súc. Ngoài ra, việc quản lý đàn gia súc cần phải có sự giám sát và kiểm tra chặt chẽ, đặc biệt là trong trường hợp nhập đàn mới.

- Quản lý quy mô đàn và phương thức chăn nuôi. Đối với các đàn gia súc nhỏ, cần đặc biệt chú ý đến các biện pháp phòng ngừa để hạn chế nguy cơ lây lan dịch bệnh. Bên cạnh đó, các phương thức chăn nuôi cần được cải thiện, tăng cường vệ sinh chuồng trại và thực hiện các biện pháp kiểm soát dịch bệnh tốt hơn.

- Tăng cường nghiên cứu và giám sát dịch bệnh. Các cơ quan chức năng cần tiếp tục thực hiện giám sát dịch bệnh thường xuyên và nghiên cứu sâu hơn về các yếu tố môi trường và sinh học ảnh hưởng đến tỷ lệ mắc bệnh VDNC. Cập nhật thông tin kịp thời về tình hình dịch bệnh sẽ giúp đưa ra các biện pháp ứng phó nhanh chóng và hiệu quả.

Lời Cam Đoan

Tác giả liên hệ hoàn toàn chịu trách nhiệm nếu có xung đột lợi ích hay nội dung công bố trong bài báo này.

Lời Cám Ơn

Nghiên cứu này nhận được sự hỗ trợ từ Bộ môn dịch tễ bệnh lý - Viện Thú y Quốc gia và Chi cục Chăn nuôi và Thú y tỉnh Quảng Bình (trước khi sáp nhập đơn vị hành chính, hiện nay là Chi cục Chăn nuôi và Thú y tỉnh Quảng Trị).

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Dang, T. P. T., Dinh, N. L., Huynh, T. H. N., Nguyen, A. D., Dang, M. H., & Nguyen, P. V. (2024). Some epidemiological characteristics of lumpy skin disease in cattle in Cu Kuin district, Dak Lak province. *Tay Nguyen Journal of Science* 18(2), 33-38. https://doi.org/10.5281/zenodo.12683560.

MOST (Ministry of Science and Technology). (2024). Digital transformation - A breakthrough driver for the livestock sector. Retrieved September

16, 2025, from https://mst.gov.vn/chuyen-doi-so-ong-luc-but-pha-cho-nganh-chan-nuoi-197241224155333931.htm.

Nguyen, C. Q., Tien, N. T., & Ly, K. T. L. (2022). Lumpy skin disease in Tra Vinh and Dong Thap provinces. *Veterinary Science and Technology Journal* XXIX(7), 25-33.

Pham, H. M., Pham, A. H., Nguyen, N. H., Chu, T. T. T., Le, D. V., Pham, T. N., Tran, H., Hoang, T. N. D., Tran, C. T., Nguyen, V. T., Do, V. C., Huynh, N. D., Mai, X. L., Nguyen, T. H. L., & Le, T. M. K. (2024a). Clinical pathology of naturally infected livestock with lumpy skin disease. *Veterinary Science and Technology Journal* XXXI(2), 27-42.

Pham, H. M., Pham, A. H., Nguyen, N. H., Chu, T. T. T., Le, D. V., Pham, T. N., Tran, H., Hoang, T. N. D., Tran, C. T., Nguyen, V. T., Do, V. C., Huynh, N. D., Mai, X. L., Nguyen, T. H. L., & Le, T. M. K. (2024b). Epidemiological characteristics and identification of natural and social factors related to lumpy skin disease in buffaloes and cattle in some provinces of Vietnam. *Veterinary Science and Technology Journal* XXXI(5), 1-14.

Tran, H. D., Luu, H. Q., Phan, D. H., Pham, H. H. S., & Nguyen, H. X. (2023). Situation of lumpy skin disease in cattle and immune responses after vaccination in Quang Nam province. *Veterinary Science and Technology Journal* XXX(5), 14-32.

Truong, H. V., Nguyen, Q. T. K., Tran, B. N., Nguyen, C. T. P., Le, T. Q., Nguyen, D. M., Ho, N. V., Nguyen, B. Q., Tran, L. T. H., Ngo, K. H., & Huynh, C. C. (2023). Livestock situation, veterinary hygiene, and epidemiological characteristics of Lumpy skin disease in cattle in Ben Tre province. *Journal of Animal Science and Technology* 140, 87-100.

Tuppurainen, E., Alexandrov, T., & Beltrán-Alcrudo, D. (2017). *Lumpy skin disease - A manual for veterinarians* (1st ed., 20-60). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Vo, L. T. H., Nguyen, H. X., Le, H. D., & Le, H. (2022). Situation of lumpy skin disease in buffaloes and cattle in some provinces of the North Central region. *Veterinary Science and Technology Journal* XXX(1), 5-14.

Fabrication of highly active silver nanoparticles from mangosteen peel (*Garcinia mangostana*) for the reduction of p-nitrophenol in water and their antibacterial activities

Van T. T. Le*, Phu D. Trương, & Quyen T. N. Le
Department of Chemical Engineering, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: October 30, 2025
Revised: December 04, 2025
Accepted: December 09, 2025

Keywords

Antibacterial
Mangosteen peel
Nano silver
P-nitrophenol reduction

***Corresponding author**

Le Thi Thanh Van
Email: thvan@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

This study presents a green and sustainable route for synthesizing silver nanoparticles (AgNPs) using mangosteen peel extract, which served as both a reducing and a stabilizing agent. The synthesis process was optimized by investigating key parameters, including temperature, reaction time, $AgNO_3$ concentration, and the Ag^+ solution-to-extract ratio. The formation of AgNPs was confirmed by UV-Vis spectroscopy, while XRD (X-ray diffraction), HR-TEM (High-resolution transmission electron microscopy), and SAED (Selected area electron diffraction) analyses revealed that the nanoparticles were spherical, well-dispersed, crystalline face-centered cubic structures with an average size of 16.2 ± 4.3 nm. The AgNPs exhibited exceptional catalytic activity in the sodium borohydride ($NaBH_4$) reduction of p-nitrophenol (PNP), achieving a conversion efficiency of > 95% within just 2 minutes. This catalytic reaction followed pseudo-first-order kinetics with a reaction rate constant (k = 0.815/min). Furthermore, the AgNPs demonstrated strong antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*, evidenced by an inhibition zone of approximately 15 mm, a minimum inhibitory concentration (MIC) of 3.04 mg/L, and a minimum bactericidal concentration (MBC) of 6.08 mg/L. These findings not only highlight the potential of plant extracts for the green synthesis of AgNPs but also underscore the promising application of this nanomaterial in environmental remediation and biomedical fields.

Cited as: Le, V. T. T., Truong, P. D., & Le, Q. T. N. (2026). Fabrication of highly active silver nanoparticles from mangosteen peel (*Garcinia mangostana*) for the reduction of p-nitrophenol in water and theor antibacterial activities. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 116-127.

Chế tạo hạt nano bạc từ vỏ măng cụt (*Garcinia mangostana*) có hoạt tính khử p-nitrophenol trong nước và kháng khuẩn cao

Lê Thị Thanh Vân*, Trương Đình Phú & Lê Thị Như Quyên

Bộ Môn Công Nghệ Hóa Học, Khoa Công Nghệ Hóa Học và Thực Phẩm, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 30/10/2025
Ngày chỉnh sửa: 04/12/2025
Ngày chấp nhận: 09/12/2025

Từ khóa

Kháng khuẩn
Khử-nitrophenol
Nano bạc
Vỏ măng cụt

***Tác giả liên hệ**

Lê Thị Thanh Vân
Email: thvan@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày một quy trình xanh và bền vững để tổng hợp nano bạc (AgNPs) bằng cách sử dụng dịch chiết vỏ măng cụt, đóng vai trò vừa là tác nhân khử vừa là tác nhân ổn định. Quá trình tổng hợp được tối ưu hóa bằng cách khảo sát các thông số chính, bao gồm nhiệt độ, thời gian phản ứng, nồng độ $AgNO_3$ và tỷ lệ dung dịch Ag^+ trên dịch chiết. Sự hình thành các hạt AgNPs được xác nhận bằng quang phổ UV-Vis, trong khi các phân tích XRD (giản đồ nhiễu xạ tia X), HR-TEM (kính hiển vi điện tử truyền qua độ phân giải cao) và SAED (nhiễu xạ điện tử vùng chọn lọc) cho thấy các hạt nano có dạng hình cầu, phân tán tốt, cấu trúc tinh thể lập phương tâm diện với kích thước trung bình là 16,2 ± 4,3 nm. Các hạt AgNPs thể hiện hoạt tính xúc tác đặc biệt trong phản ứng khử p-nitrophenol (PNP) bằng natri borohydride ($NaBH_4$), đạt hiệu suất chuyển đổi > 95% chỉ trong vòng 2 phút. Phản ứng xúc tác này tuân theo phương trình động học bậc một với hằng số tốc độ phản ứng (k = 0,815/phút). Đồng thời, các hạt AgNPs thể hiện hoạt tính kháng khuẩn mạnh đối với *Escherichia coli* và *Salmonella typhi*, được chứng minh bằng vùng ức chế khoảng 15 mm, nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) là 3,04 mg/L và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) là 6,08 mg/L. Những phát hiện này không chỉ làm nổi bật tiềm năng của dịch chiết thực vật trong tổng hợp xanh AgNPs mà còn nhấn mạnh ứng dụng đầy hứa hẹn của vật liệu nano này trong lĩnh vực xử lý môi trường và y sinh.

1. Đặt Vấn Đề

Ô nhiễm môi trường do các hợp chất hữu cơ độc hại từ hoạt động công nghiệp đang trở thành thách thức nghiêm trọng đối với sự phát triển bền vững. Trong số đó, p-nitrophenol (PNP) là một hợp chất nitroaromatic độc hại, được sử dụng phổ biến trong sản xuất thuốc trừ sâu, thuốc nhuộm, dược phẩm và nhiều quá trình công nghiệp khác (Qatan & ctv., 2024). Do đặc tính bền vững, khó phân hủy sinh học và độc tính cao đối với cả sinh vật thủy sinh lẫn con người, PNP đã được xếp vào nhóm các chất ô nhiễm nguy hại cần kiểm soát nghiêm ngặt.

Trong những năm qua, nhiều phương pháp xử lý PNP đã được nghiên cứu và áp dụng, từ các kỹ thuật truyền thống như hấp phụ, kết tủa

hóa học, xử lý sinh học cho đến các công nghệ tiên tiến hơn như quang xúc tác, oxi hóa nâng cao (AOPs) và điện hóa (Kamal & ctv., 2022). Mặc dù các phương pháp này có thể đạt hiệu quả nhất định, song vẫn tồn tại nhiều hạn chế về chi phí, điều kiện vận hành và khả năng loại bỏ hoàn toàn chất ô nhiễm. Đặc biệt, phương pháp khử hóa học bằng natri borohydride ($NaBH_4$) dưới sự hỗ trợ của các hạt xúc tác nano kim loại đã nổi lên như một giải pháp tiềm năng. Trong cơ chế này, $NaBH_4$ đóng vai trò là chất cho hydro mạnh, khử nhóm nitro ($-NO_2$) của PNP thành nhóm amino ($-NH_2$), tạo ra p-aminophenol, một hợp chất trung gian quan trọng trong công nghiệp dược phẩm và nhuộm (Din & ctv., 2020). Phương pháp này có ưu điểm về tốc độ phản ứng nhanh, điều kiện phản ứng ở nhiệt động phòng và hiệu suất chuyển hóa cao (Das & Das, 2022). Mặc dù phản ứng khử PNP bằng $NaBH_4$ là quá trình thuận lợi về mặt nhiệt động học, nhưng lại bị hạn chế mạnh về mặt động học, làm cho phản ứng gần như không thể diễn ra nếu thiếu sự hỗ trợ của chất xúc tác. Trong bối cảnh đó, các hạt nano kim loại, đặc biệt là nano bạc (AgNPs), đã chứng minh vai trò xúc tác hiệu quả khi có khả năng làm giảm năng lượng hoạt hóa, thúc đẩy sự chuyển hóa nhanh chóng và duy trì độ chọn lọc cao (Hunge & ctv., 2025). Tuy nhiên, AgNPs thường được tổng hợp bằng phương pháp hóa học truyền thống, sử dụng nhiều loại hóa chất làm chất khử và chất ổn định. Các quy trình này thường khá phức tạp, tốn kém và tiềm ẩn nguy cơ gây hại cho môi trường cũng như sức khỏe con người. Điều này đã thúc đẩy sự quan tâm đến các phương pháp tổng hợp xanh, trong đó dịch chiết từ thực vật, vi sinh vật hay phụ phẩm nông nghiệp được xem là giải pháp an toàn và bền vững. Các hợp chất tự nhiên như polyphenol, flavonoid và tannin có trong dịch chiết vừa đóng vai trò chất khử vừa giúp ổn định hạt nano (Mohamad & ctv., 2014). Đặc biệt, vỏ quả măng cụt giàu xanthone và polyphenol được xem là nguồn nguyên liệu đầy tiềm năng cho việc tổng hợp AgNPs theo hướng xanh, vừa tận dụng phế thải nông nghiệp vừa tạo ra vật liệu có giá trị cao cho các ứng dụng xúc tác và xử lý môi trường. Ngoài khả năng xúc tác trong phản ứng khử p-nitrophenol, AgNPs còn được biết đến rộng rãi với hoạt tính kháng khuẩn mạnh. Các nghiên cứu đã chứng minh rằng AgNPs có thể ức chế sự phát triển của nhiều loại vi khuẩn gây bệnh, đặc biệt là *Escherichia coli (E. coli)* và *Salmonella typhi* (Sondi & Salopek-Sondi, 2004). Cơ chế kháng khuẩn chủ yếu liên quan đến sự gắn kết của các hạt nano vào màng tế bào, tạo ra các gốc tự do và ion bạc, từ đó làm tổn thương cấu trúc màng, ức chế enzyme và dẫn đến sự chết tế bào (Tang & Zheng, 2018). Do đó, việc phát triển sản phẩm AgNPs theo hướng tổng hợp xanh không chỉ mở ra triển vọng trong lĩnh vực xúc tác xử lý môi trường mà còn mang lại tiềm năng ứng dụng trong y sinh và kiểm soát vi khuẩn gây bệnh.

Tóm lại, trong nghiên cứu này, AgNPs được tổng hợp theo phương pháp hóa học xanh sử dụng dịch chiết từ vỏ quả măng cụt đóng vai trò là tác nhân khử và ổn định, mở ra triển vọng ứng dụng AgNPs trong xử lý nước thải chứa hợp chất nitroaromatic cũng như trong lĩnh vực y sinh.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Vật liệu

Vỏ quả măng cụt được thu thập tại các chợ địa phương thuộc phường An Phú Đông, Thành phố Hồ Chí Minh. Mẫu được rửa sạch bằng nước máy, sau đó rửa lại bằng nước cất nhằm loại bỏ tạp chất bám trên bề mặt. Vỏ được cắt nhỏ (kích thước khoảng 2 x 2 cm^2) và sấy ở 60°C trong 48 giờ (đạt độ ẩm < 5%), tiếp đó nghiền thành bột mịn (kích thước hạt < 1 mm) bằng

máy xay. Mẫu bột sau khi thu được được bảo quản trong điều kiện khô ráo, kín khí cho đến khi sử dụng trong các thí nghiệm. Bạc nitrate ($AgNO_3$), p-nitrophenol (độ tinh khiết 98%) và natri borohydride ($NaBH_4$), aluminium chloride, sodium carbonate anhydrous, sodium chloride, thuốc thử Folin-Ciocalteu's phenol, chất chuẩn acid galic, sodium acetate được mua từ hãng Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). Tất cả các hóa chất sử dụng đều thuộc loại tinh khiết phân tích (analytical grade) và được dùng trực tiếp mà không qua tinh chế thêm. Nước cất siêu tinh khiết được cung cấp từ hệ thống Milli-Q và được sử dụng trong toàn bộ các thí nghiệm.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly dịch chiết vỏ quả măng cụt

Một gam bột vỏ măng cụt sau sấy được cho vào 100 mL nước cất. Quá trình trích ly được tiến hành bằng cách khảo sát luân phiên từng yếu tố ảnh hưởng bao gồm nhiệt độ (65, 70, 75 và 80°C) và thời gian (30, 60, 90 và 120 phút) nhằm xác định điều kiện tối ưu. Sau mỗi lần trích ly, dung dịch được lọc và lấy 0,1 mL dịch chiết (Ext) pha loãng 300 lần để xác định hàm lượng polyphenol tổng bằng phương pháp Folin-Ciocalteu, dựa trên kết quả phổ UV-Vis so sánh với đường chuẩn acid gallic (Francisco & ctv., 2024). Mỗi thí nghiệm được tiến hành lặp lại ba lần và điều kiện cho hàm lượng polyphenol cao nhất được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo. Dịch chiết thu được ở điều kiện tối ưu được lọc và bảo quản ở 4°C cho đến khi sử dụng.

2.2.2. Khảo sát quá trình tổng hợp nano bạc sử dụng dịch chiết vỏ măng cụt

Dung dịch AgNPs được tổng hợp bằng cách khử dung dịch $AgNO_3$ nhờ các hợp chất polyphenol có trong dịch chiết vỏ măng cụt, dưới chiếu sáng mạnh của đèn LED (ánh sáng trắng, nhiệt độ 45°C, nhãn hiệu 135/12W PT04. V2, Rạng Đông) kết hợp với khuấy từ ở tốc độ 300 vòng/phút. Trong quá trình này, ba yếu tố ảnh hưởng chính được khảo sát theo phương pháp luân phiên từng biến gồm: 1) thời gian phản ứng, 2) nồng độ Ag^+ và 3) tỉ lệ thể tích dung dịch $AgNO_3$ so với dịch chiết (V_{Ag}/V_{Ext}). Trong đó, thời gian phản ứng được theo dõi tại các mốc 0, 30, 60, 90, 120 và 150 phút. Các nồng độ $AgNO_3$ được lựa chọn lần lượt là 1.0; 1.5 và 2.0 mM. Cuối cùng, các tỉ lệ thể tích (V_{Ag}/V_{Ext}) khảo sát là 25:25, 30:20, 35:15 (mL). Sau mỗi thí nghiệm, dung dịch AgNPs được lấy 1 mL, pha loãng 10 lần và đo phổ UV–Vis để theo dõi sự hình thành hạt nano tại bước sóng khoảng 420 nm, là đỉnh hấp thụ đặc trưng của AgNPs. Kết quả thu được từ từng điều kiện khảo sát được so sánh, và điều kiện cho cường độ hấp thụ cao và phù hợp nhất được chọn làm thông số tối ưu cho các thí nghiệm tiếp theo.

2.3. Phân tích tính chất lý hóa của AgNPs

Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) được tiến hành nhằm xác định cấu trúc tinh thể của mẫu bằng thiết bị Bruker D8 Advance (Bruker, Mỹ), sử dụng bức xạ Cu-Kα được lọc Ni (λ = 1.5406 Å). Kết quả được ghi trong khoảng 2θ từ 10 đến 80°, với bước quét 0,02°, thời gian bước 38,4 giây và dòng phát xạ 40 mA. Hình thái và mạng cấu trúc tinh thể của hạt AgNPs được quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua độ phân giải cao (HR-TEM). Ngoài ra, phổ hấp thụ UV-Vis được đo bằng thiết bị UV-1800 (Shimadzu, Nhật Bản) trong khoảng bước sóng 190 - 800 nm để xác định sự hình thành của AgNPs.

2.4. Đánh giá hoạt tính của AgNPs trong quá trình khử p-nitrophenol trong nước

Phản ứng khử PNP được tiến hành theo mẻ với tổng thể tích dung dịch 250 mL. Trước khi phản ứng, dung dịch được sục khí N_2 trong 15 phút nhằm loại bỏ oxy hòa tan, tránh sự ức chế quá trình khử. Trên cơ sở nghiên cứu đã có trước của các tác giả (Ho & ctv., 2023), nồng độ ban đầu của PNP được thiết lập ở 0,144 mM, với tỷ lệ mol $NaBH_4$/PNP cố định ở mức 200:1. Sau đó, dung dịch $NaBH_4$ được thêm vào dưới điều kiện khuấy từ với tốc độ 300 vòng/phút, tiếp theo là bổ sung xúc tác AgNPs. Trong quá trình khảo sát, liều lượng xúc tác được thay đổi ở các mức tương ứng với 50, 100, 150 và 200 µL dung dịch AgNPs sau khi tổng hợp, trong khi các thông số khác được giữ cố định. Tại những khoảng thời gian nhất định, 2 mL dung dịch phản ứng được lấy ra, lọc để loại bỏ phần xúc tác còn lại, sau đó pha loãng năm lần và đo phổ UV-Vis (UV-1800, Shimadzu) nhằm theo dõi sự biến đổi nồng độ PNP ở bước sóng 400 nm. Độ chuyển hóa PNP tại thời điểm t được tính theo công thức:

$$X = \left(1 - \frac{C_t}{C_o}\right) \times 100\% \quad (1)$$

Trong đó: X (%) là độ chuyển hóa của PNP, C_o và C_t là nồng độ của PNP tại thời điểm 0 và t.

2.5. Đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của dung dịch AgNPs

Hoạt tính kháng khuẩn của AgNPs được khảo sát và đánh giá bằng ba phương pháp: đo đường kính vòng kháng khuẩn (agar well diffusion method), xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) bằng phương pháp pha loãng trên đĩa thạch. Các quy trình thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp chuẩn đã công bố trong nghiên cứu của (Parvekar & ctv., 2020).

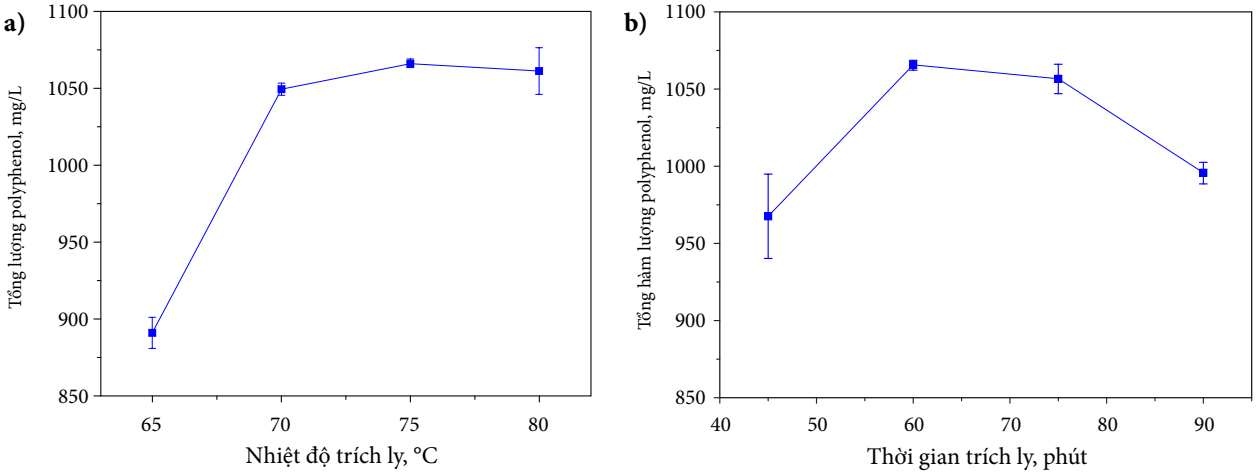
2.6. Xử lý thống kê

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần và kết quả được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình. Đồng thời, phần mềm Excel 365 (Microsoft, Mỹ) được sử dụng để xây dựng mô hình động học phản ứng.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Sự ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình trích ly dịch chiết vỏ quả măng cụt

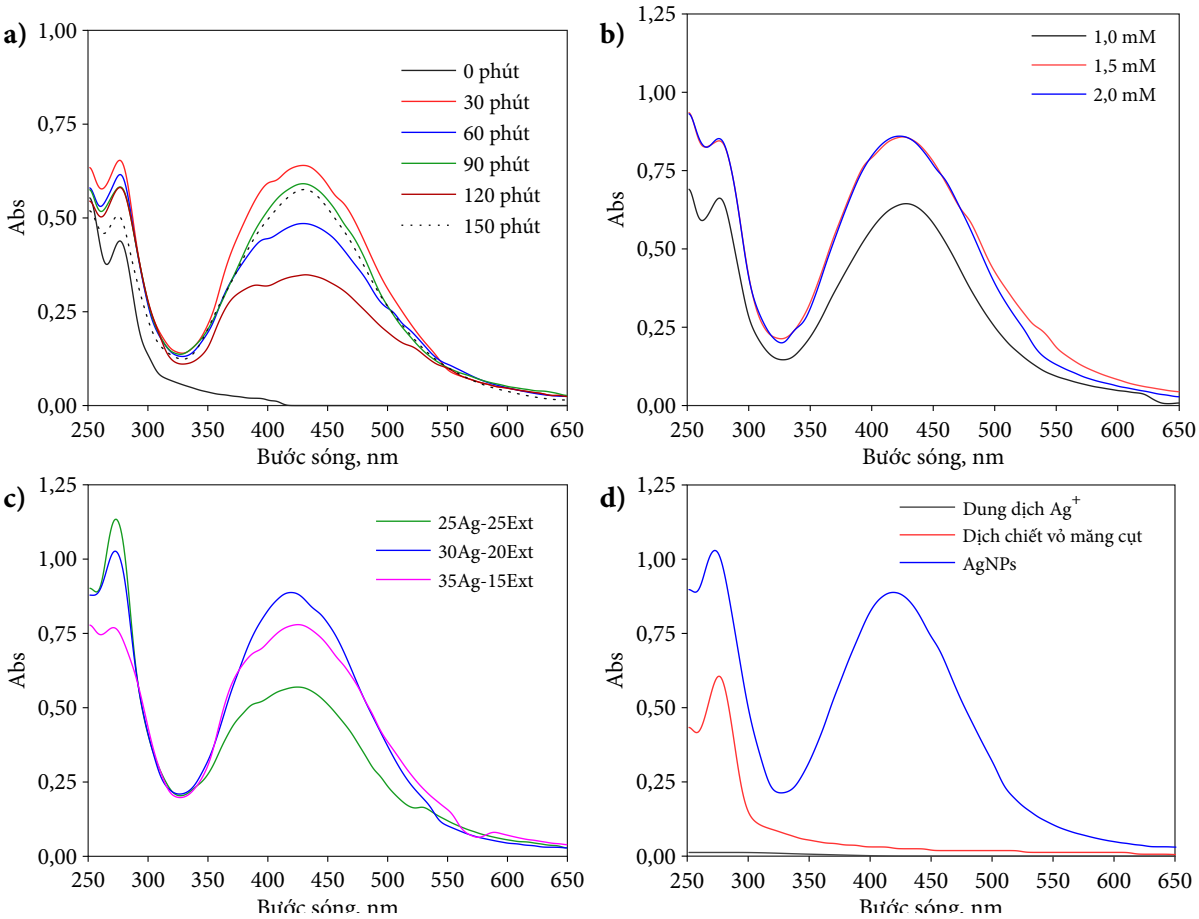
Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình trích ly vỏ măng cụt theo phương pháp luân phiên từng yếu tố được trình bày ở Hình 1a và 1b. Kết quả cho thấy, nhiệt độ và thời gian trích ly có ảnh hưởng rõ rệt đến hàm lượng polyphenol thu được từ vỏ măng cụt. Khi nhiệt độ tăng từ 65 đến 75°C, hàm lượng polyphenol tăng mạnh và đạt cực đại khoảng 1.066,12 ± 3,16 mg/L tại 75°C. Điều này có thể được giải thích là ở mức nhiệt thấp, sự khuếch tán các hợp chất phenolic từ ma trận tế bào vào dung dịch còn hạn chế (Osorio-Tobón, 2020). Khi nhiệt độ tăng, quá trình hòa tan và phá vỡ cấu trúc tế bào được thúc đẩy, giúp giải phóng polyphenol nhiều hơn. Tuy nhiên, khi nhiệt độ vượt quá 75°C, hàm lượng polyphenol giảm nhẹ do xảy ra các phản ứng oxy hóa hoặc phân hủy nhiệt, làm suy giảm nồng độ các hợp chất hoạt tính sinh học trong dung dịch (Ling & ctv., 2022). Trong khoảng 30 - 60 phút, hàm lượng polyphenol tăng nhanh và đạt giá trị cực đại khoảng 1.066,12 ± 3,16 mg/L ở 60 phút. Đây là giai đoạn mà tốc độ khuếch tán và giải phóng polyphenol diễn ra mạnh mẽ. Tuy nhên, khi thời gian kéo dài đến 90 phút, hàm lượng polyphenol giảm xuống còn khoảng 9.96,27 ± 7,49 mg/L, cho thấy các phản ứng thoái hóa và oxy hóa đã xảy ra, làm suy giảm chất lượng dịch chiết. Từ những kết quả này, điều kiện phù hợp nhất cho quá trình chiết tách polyphenol từ vỏ măng cụt được xác định là 75°C trong 60 phút.



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ (a) và thời gian (b) trích ly đối với tổng hàm lượng polyphenol của dịch chiết vỏ măng cụt thu được.

3.2. Sự ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình tổng hợp AgNPs

Phổ UV-Vis ở Hình 2 cho thấy thời gian phản ứng, nồng độ $AgNO_3$ và tỉ lệ thể tích dung dịch Ag^+/dịch chiết đều ảnh hưởng rõ rệt đến sự hình thành AgNPs. Trong Hình 2a, cường độ hấp thụ tại khoảng 420 nm, đặc trưng cho plasmon bề mặt cục bộ (SPR) của AgNPs (Alzoubi & ctv., 2023), tăng dần khi kéo dài thời gian phản ứng từ 0 đến 120 phút. Điều này chứng tỏ số lượng hạt nano bạc được tạo ra ngày càng nhiều và phản ứng khử diễn ra hiệu quả. Tại 120 phút, phổ hấp thụ đạt giá trị cực đại (Abs = 0,65) và ổn định, phản ánh trạng thái bão hòa trong quá trình tạo hạt. Ngược lại, khi kéo dài đến 150 phút, cường độ tín hiệu giảm nhẹ, có thể do hạt nano bắt đầu kết tụ hoặc thoái hóa. Vì vậy, 120 phút được xác định là thời gian tối ưu. Hình 2b cho thấy khi tăng nồng độ $AgNO_3$ từ 1.0 lên 1,5 mM, cường độ hấp thụ tại 420 nm tăng mạnh, chứng tỏ số lượng hạt nano sinh ra nhiều hơn. Tuy nhiên, ở 2,0 mM, phổ hấp thụ không cải thiện đáng kể. Do đó, nồng độ 1,5 mM được xem là phù hợp. Ở Hình 2c, khi khảo sát các tỉ lệ thể tích dung dịch $AgNO_3$ /dịch chiết (V_{Ag}/V_{Ext}), mẫu 30Ag - 20Ext cho tín hiệu plasmon tại 420 nm mạnh nhất, chứng tỏ sự cân bằng phù hợp giữa lượng ion Ag^+ và polyphenol trong dịch chiết. Nếu Ag^+quá ít, phản ứng khử diễn ra không hoàn toàn, trong khi nếu thiếu polyphenol, hạt nano dễ kết tụ do không đủ chất ổn định. Tỉ lệ 30Ag - 20Ext đã đáp ứng tốt cả hai điều kiện, tạo ra hạt AgNPs đồng đều và bền vững. Cuối cùng, Hình 2d cho thấy vai trò quan trọng của dịch chiết vỏ măng cụt: chỉ khi có cả Ag^+ và dịch chiết mới xuất hiện đỉnh plasmon tại 420 nm. Điều này chứng minh polyphenol trong dịch chiết vừa là tác nhân khử, vừa là chất ổn định trong quá trình tổng hợp xanh. Từ các kết quả trên, điều kiện phản ứng phù hợp nhất được xác định là 120 phút, nồng độ $AgNO_3$ là 1,5 mM và tỉ lệ thể tích giữa dung dịch $AgNO_3$ và dịch chiết là 30Ag - 20Ext.

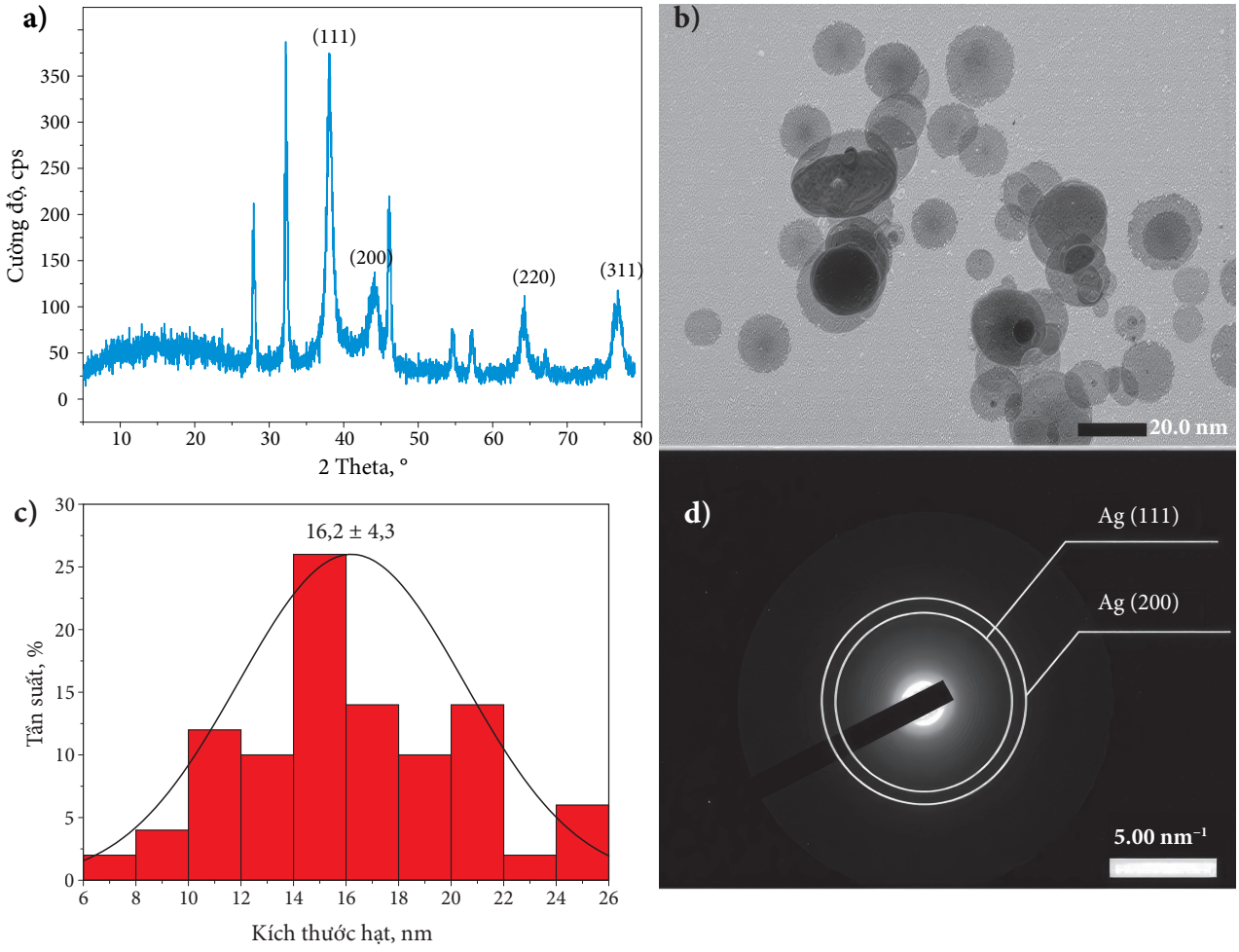


Hình 2. Phổ hấp thụ UV-Vis của dung dịch nano bạc (AgNPs): (a) theo thời gian phản ứng, (b) theo nồng độ $AgNO_3$, (c) theo tỷ lệ dung dịch $AgNO_3$, và dịch chiết, (d) so sánh đối chứng giữa dung dịch $AgNO_3$, chiết xuất vỏ măng cụt và AgNPs.

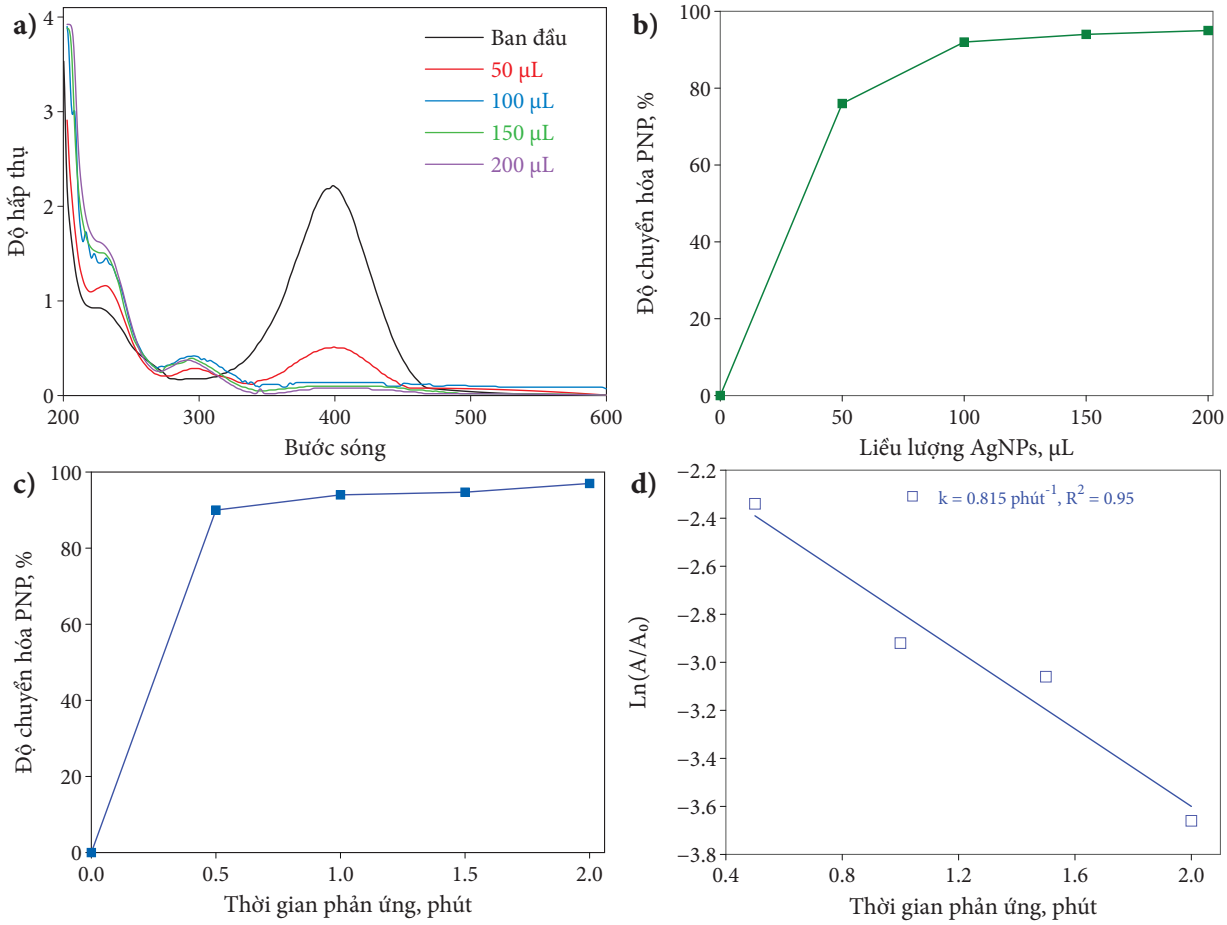
3.3. Tính chất lý hóa của AgNPs được tổng hợp ở điều kiện phù hợp

Giản đồ XRD (Hình 3a) xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ mạnh tại 2θ ≈ 38.1; 44.3; 64.4 và 77.3°; tương ứng với các mặt tinh thể (111), (200), (220) và (311) của cấu trúc lập phương tâm mặt (fcc) của bạc kim loại (JCPDS số 04-0783) (Basu & ctv., 2016). Sự hiện diện rõ ràng của các đỉnh này khẳng định AgNPs thu được có cấu trúc tinh thể hoàn chỉnh và độ kết tinh cao. Ngoài ra, bên cạnh các đỉnh chính đặc trưng cho bạc, giản đồ còn xuất hiện một số tín hiệu nhiễu nền ở vùng góc thấp, có thể bắt nguồn từ các hợp chất hữu cơ chưa bị loại bỏ hoàn toàn trong dịch chiết vỏ măng cụt. Các hợp chất polyphenol và flavonoid này không chỉ đóng vai trò chất khử và chất ổn định trong quá trình tổng hợp mà còn có thể hấp phụ lên bề mặt hạt nano, tạo ra tín hiệu nhiễu đặc trưng trong giản đồ XRD. Ảnh HR-TEM (Hình 3b) cho thấy các hạt AgNPs có dạng hình cầu, phân bố khá đồng đều và ít hiện tượng kết tụ. Phân tích thống kê kích thước hạt (Hình 3c) cho thấy phân bố hẹp với kích thước trung bình 16,2 ± 4,3 nm, phù hợp với vị trí đỉnh plasmon quan sát được ở phổ UV-Vis (~420 nm). Phân bố kích thước của AgNPs tổng hợp theo phương pháp xanh tập trung chủ yếu ở 14 - 16 nm do sự

hội tụ của các điều kiện tối ưu cho quá trình khử và ổn định hạt. Sự phân tán của các kích thước khác xuất phát từ bản chất phức tạp và không đồng nhất của chiết xuất sinh học, dẫn đến động học phản ứng cạnh tranh, sự chồng chéo giữa các giai đoạn tạo mầm - phát triển hạt, và sự không đồng đều của điều kiện phản ứng trong dung dịch. Điều này làm xuất hiện các hạt nhỏ hơn (< 14 nm) do thiếu chất ổn định và các hạt lớn hơn (> 16 nm) do kết tụ ngẫu nhiên. Hơn thế nữa, ảnh SAED (Hình 3d) hiển thị các vòng nhiễu xạ rõ nét, tương ứng với các mặt tinh thể (111) và (200) của Ag, hoàn toàn nhất quán với kết quả XRD. Sự đồng bộ giữa XRD, HR-TEM và SAED cho thấy AgNPs được tổng hợp bằng dịch chiết vỏ măng cụt có cấu trúc tinh thể rõ ràng, kích thước nano đồng đều và tính bền vững tốt.



Hình 3. Các tính chất đặc trưng của nano bạc (AgNPs): (a) giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD), (b) ảnh HR-TEM (truyền qua kính hiển vi điện tử có độ phân giải cao), (c) phân bố kích thước hạt, (d) ảnh nhiễu xạ điện tử vùng chọn lọc (SAED).



Hình 4. Phổ hấp thụ UV-Vis của phản ứng khử PNP với các hàm lượng AgNPs khác nhau (a); độ chuyển hóa PNP theo hàm lượng AgNPs (b) và theo thời gian phản ứng (c); động học phản ứng bậc nhất được biểu diễn qua biểu đồ tuyến tính $\ln(A/A_0)$ theo thời gian (d).

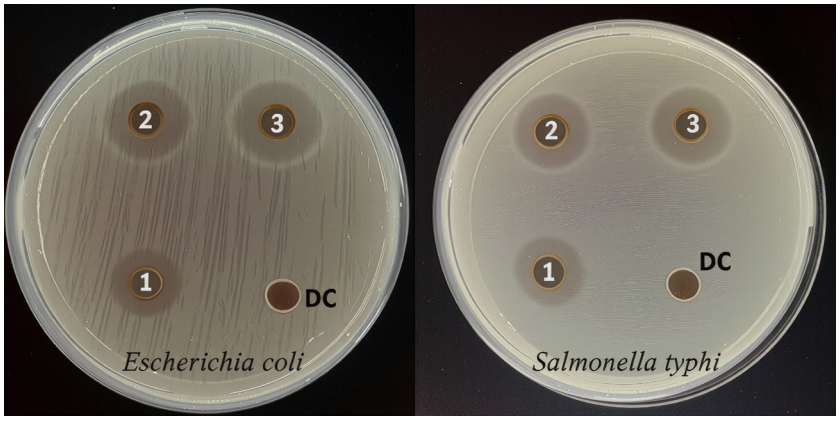
3.4. Hoạt tính của AgNPs trong phản ứng khử p-nitrophenol trong nước

Kết quả ở Hình 4 chứng minh rằng AgNPs tổng hợp xanh từ dịch chiết vỏ măng cụt thể hiện hoạt tính xúc tác vượt trội trong phản ứng khử PNP bằng $NaBH_4$. Phổ UV-Vis (Hình 4a) cho thấy cường độ đỉnh hấp thụ đặc trưng của PNP tại 400 nm suy giảm nhanh chóng sau khi bổ sung AgNPs, đồng thời sự xuất hiện đỉnh mới tại ~300 nm xác nhận sự hình thành p-aminophenol (PAP), sản phẩm khử của PNP. Đặc biệt, khi tăng hàm lượng AgNPs từ 50 đến 200 µL, quá trình khử diễn ra nhanh hơn và gần như hoàn toàn, khẳng định vai trò của AgNPs trong việc xúc tiến quá trình vận chuyển electron từ $NaBH_4$ sang nhóm nitro ($-NO_2$). Độ chuyển hóa PNP theo hàm lượng AgNPs (Hình 4b) cho thấy hiệu suất tăng mạnh từ 0% lên trên 90% khi thể tích AgNPs tăng từ 50 đến 100 µL, sau đó đạt trạng thái bão hòa ở 150 - 200 µL. Hiện tượng này phản ánh giới hạn bề mặt xúc tác: khi số lượng hạt nano đã đủ để bao phủ toàn bộ phân tử PNP, việc bổ sung thêm không mang lại hiệu quả đáng kể. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng (Hình 4c) cho thấy quá trình khử diễn ra cực nhanh, với hiệu suất đạt trên 95% chỉ trong vòng 2 phút. Điều này khẳng định AgNPs có hoạt tính xúc tác cao,

giúp quá trình khử PNP diễn ra trong điều kiện nhiệt độ phòng, liều lượng xúc tác thấp mà vẫn đạt hiệu quả gần như hoàn toàn. Phân tích động học (Hình 4d) dựa trên mô hình động học phản ứng bậc một cho thấy mối quan hệ tuyến tính tốt giữa $\ln(A/A_0)$ và thời gian, với hằng số tốc độ $k = 0{,}815$ phút^{-1} và hệ số tương quan $R^2 = 0{,}95$. Giá trị k cao cùng với R^2 gần 1 chứng minh phản ứng tuân theo phương trình động học bậc một và AgNPs đóng vai trò xúc tác hiệu quả, giúp giảm năng lượng hoạt hóa và thúc đẩy tốc độ phản ứng. Tổng thể, các kết quả này khẳng định AgNPs tổng hợp bằng phương pháp xanh không chỉ đạt hiệu suất xúc tác cao mà còn duy trì tốc độ phản ứng nhanh trong điều kiện đơn giản.

3.5. Hoạt tính kháng khuẩn của AgNPs

Hoạt tính kháng khuẩn của AgNPs được đánh giá trên hai chủng vi khuẩn gây bệnh phổ biến là *Escherichia coli* (*E. coli*) và *Salmonella typhi* (*S. typhi*) bằng ba phương pháp: khuếch tán giếng thạch, xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC). Kết quả khuếch tán giếng thạch (Hình 5) cho thấy AgNPs tạo ra vùng ức chế rõ rệt xung quanh giếng, với đường kính vòng kháng khuẩn lần lượt là 15,33 ± 0,57 mm đối với *E. coli* và 15,67 ± 0,57 mm đối với *S. typhi*. Giá trị này vượt ngưỡng 10 mm, được phân loại là mức kháng khuẩn mạnh, chứng minh khả năng ức chế đáng kể của AgNPs đối với cả hai chủng vi khuẩn Gram âm.



Hình 5. Vòng kháng khuẩn của AgNPs đối với *Escherichia coli* (bên trái) và *Salmonella typhi* (bên phải).

Kết quả Bảng 1 cho thấy, nồng độ tối thiểu của AgNPs có thể ngăn cản sự phát triển của vi khuẩn là N/32 (tương đương 3,04 mg/L) đối với cả *E. coli* và *S. typhi*. Điều này chứng tỏ chỉ với hàm lượng rất thấp, AgNPs đã có thể ức chế sự nhân lên của vi khuẩn. Đồng thời, kết quả xác định MBC chỉ ra rằng nồng độ diệt khuẩn tối thiểu đối với cả hai chủng vi khuẩn là N/16 (tương đương 6,08 mg/L), cao hơn một bậc so với MIC. Sự chênh lệch hợp lý giữa MIC và MBC phản ánh cơ chế tác động hai giai đoạn điển hình của AgNPs: ở nồng độ thấp, chúng gây ức chế sự tăng trưởng thông qua việc làm rối loạn chức năng tế bào; trong khi ở nồng độ cao hơn, chúng dẫn đến phá hủy hoàn toàn màng tế bào và tiêu diệt vi khuẩn. Tóm lại, AgNPs tổng hợp bằng phương pháp xanh từ dịch chiết vỏ măng cụt thể hiện hoạt tính kháng khuẩn mạnh và ổn định đối với cả *E. coli* và *S. typhi*, với vòng kháng khuẩn trên 15 mm, MIC đạt 3,04 mg/L và MBC đạt 6,08 mg/L. Những kết quả này không chỉ khẳng định tiềm năng ứng dụng của AgNPs trong lĩnh vực y sinh mà còn mở ra triển vọng phát triển các vật liệu kháng khuẩn thế hệ mới, thân thiện môi trường và hiệu quả cao.

Bảng 1. Nồng độ ức chế tối thiểu và nồng độ tiêu diệt tối thiểu của mẫu nano bạc (AgNPs) kháng vi khuẩn *Escherichia coli* và *Salmonella typhi*

Vi khuẩn	Nồng độ mẫu AgNPs									
	N/2	N/4	N/8	N/16	N/32	N/64	N/128	N/256	N/512	N/1024
Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC)										
Escherichia coli	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Salmonella typhi	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Nồng độ tiêu diệt tối thiểu (MBC)										
Escherichia coli	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Salmonella typhi	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

Chú thích: N = 97,2 mg/L; (+): Có sự xuất hiện vi khuẩn; (-): Không có sự xuất hiện vi khuẩn.

4. Kết Luận

Nghiên cứu này đã chứng minh khả năng tổng hợp thành công AgNPs bằng phương pháp xanh sử dụng dịch chiết vỏ măng cụt giàu polyphenol, đóng vai trò kép vừa là tác nhân khử vừa là chất ổn định. Các hạt AgNPs thu được có cấu trúc tinh thể lập phương tâm diện với kích thước hạt trung bình 16,2 ± 4,3 nm, được xác nhận qua các phương pháp phân tích hiện đại như XRD, HR-TEM và SAED. Ngoài ra, AgNPs thể hiện hoạt tính xúc tác vượt trội trong phản ứng khử PNP bằng $NaBH_4$, với hiệu suất gần như hoàn toàn trong điều kiện nhiệt độ phòng, liều lượng xúc tác thấp, tuân theo mô hình động học phản ứng bậc một. Đồng thời, dung dịch AgNPs có hoạt tính kháng khuẩn mạnh đối với *Escherichia coli* và *Salmonella typhi*, với giá trị MIC và MBC thấp. Kết quả này không chỉ khẳng định tiềm năng của dịch chiết thực vật trong việc tổng hợp nano bạc thân thiện môi trường, mà còn mở ra triển vọng ứng dụng AgNPs trong xử lý nước thải chứa hợp chất nitroaromatic và trong lĩnh vực y sinh kháng khuẩn. Đây là một hướng nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn, góp phần phát triển các giải pháp bền vững và an toàn hơn trong công nghệ vật liệu nano.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Lời cảm ơn

Công trình này được tài trợ kinh phí từ Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, mã số đề tài: CS-SV25-HHTP-02.

Tài Liệu Tham khảo (References)

Alzoubi, F., Ahmad, A. A., Aljarrah, I. A., Migdadi, A., & Al-Bataineh, Q. M. (2023). Localize surface plasmon resonance of silver nanoparticles using Mie theory. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics* 34, 2128. https://doi.org/10.1007/s10854-023-11544-x.

Basu, S., Maji, P., & Ganguly, P. J. (2016). Rapid green synthesis of silver nanoparticles by aqueous extract of seeds of Nyctanthes arbor-tristis. *Applied Nanoscience* 6, 1-5. https://doi.org/10.1007/s13204-015-0407-9.

Das, T. K., & Das, N. C. (2022). Advances on catalytic reduction of 4-nitrophenol by nanostructured

materials as benchmark reaction. *International Nano Letters* 12, 223-242. https://doi.org/10.1007/s40089-022-00370-4.

Din, M. I., Khalid, R., Hussain, Z., Hussain, T., Mujahid, A., Najeeb, J., & Izhar, F. (2020). Nanocatalytic assemblies for catalytic reduction of nitrophenols: a critical review. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 50, 322-338. https://doi.org/10.1080/10408347.2019.1637241.

Francisco, R., Rafael, B., & Julio, A. G. (2024). A comprehensive and critical review of the unstandardized Folin-Ciocalteu assay to determine the total content of polyphenols: The conundrum of the experimental factors and method validation. *Talanta* 272, 125771. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2024.125771.

Ho, T. G. T., Truong, D. P. T., Nguyen, H. B., Do, B. L., Dinh, T. A., Ton-That, P., Nguyen, T. T. V., Truong, T. B. T., Huynh, K. P. H., & Tri, N. (2023). Green synthesized nano-silver/cellulose aerogel as a robust active and recyclable catalyst towards nitrophenol hydrogenation. *Chemical Engineering Journal* 471, 144604. https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.144604.

Hunge, Y. M., Yadav, A., Majumder, S., Takagi, K., Ali, T., Fujishima, A., & Terashima, C. (2025). Catalytic activity of Cu-MOF catalyst for 4-Nitrophenol reduction. *Chemistry - An Asian Journal* 20(18), e70119. https://doi.org/10.1002/asia.70119.

Kamal, A., Makhatova, A., Yergali, B., Baidullayeva, A., Satayeva, J. K., Poulopoulos, S. G., & Arkhangelsky, J. (2022). Biological treatment, advanced oxidation and membrane separation for landfill leachate treatment: a review. *Sustainability* 14, 14427. https://doi.org/10.3390/su142114427.

Ling, J. K. U., Sam, J. H., Jeevanandam, J., Chan, Y. S., & Nandong, J. (2022). Thermal degradation of antioxidant compounds: Effects of parameters, thermal degradation kinetics, and formulation strategies. *Food and Bioprocess Technology* 15, 1919-1935. https://doi.org/10.1007/s11947-022-02844-x.

Mohamad, N. A. N., Arham, N. A., Jai, J., & Hadi, A. (2014). Plant extract as reducing agent in synthesis of metallic nanoparticles: a review. *Advanced Materials Research* 832, 350-355. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.832.350.

Osorio-Tobón, J. F. (2020). Recent advances and comparisons of conventional and alternative extraction techniques of phenolic compounds. *Journal of Food Science and Technology* 57, 4299-4315. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04433-2.

Parvekar, P., Palaskar, J., Metgud, S., Maria, R., & Dutta, S. (2020). The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of silver nanoparticles against Staphylococcus aureus. *Biomaterial Investigations in Dentistry* 7, 105-109. https://doi.org/10.1080/26415275.2020.1748871.

Qatan, M., Arshad, F., Miskam, M., & Naikoo, G. (2024). Trends in bimetallic nanomaterials and methods for the removal of p-nitrophenol and its derivatives from wastewater. *International Journal of Environmental Science and Technology* 21, 5247-5268. https://doi.org/10.1007/s13762-024-05565-0.

Sondi, I., & Salopek-Sondi, B. (2004). Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on E. coli as a model for Gram-negative bacteria. *Journal of Colloid and Interface Science* 275, 177-182. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.02.012.

Tang, S., & Zheng, J. (2018). Antibacterial activity of silver nanoparticles: structural effects. *Advanced Healthcare Materials* 7, 1701503. https://doi.org/10.1002/adhm.201701503.